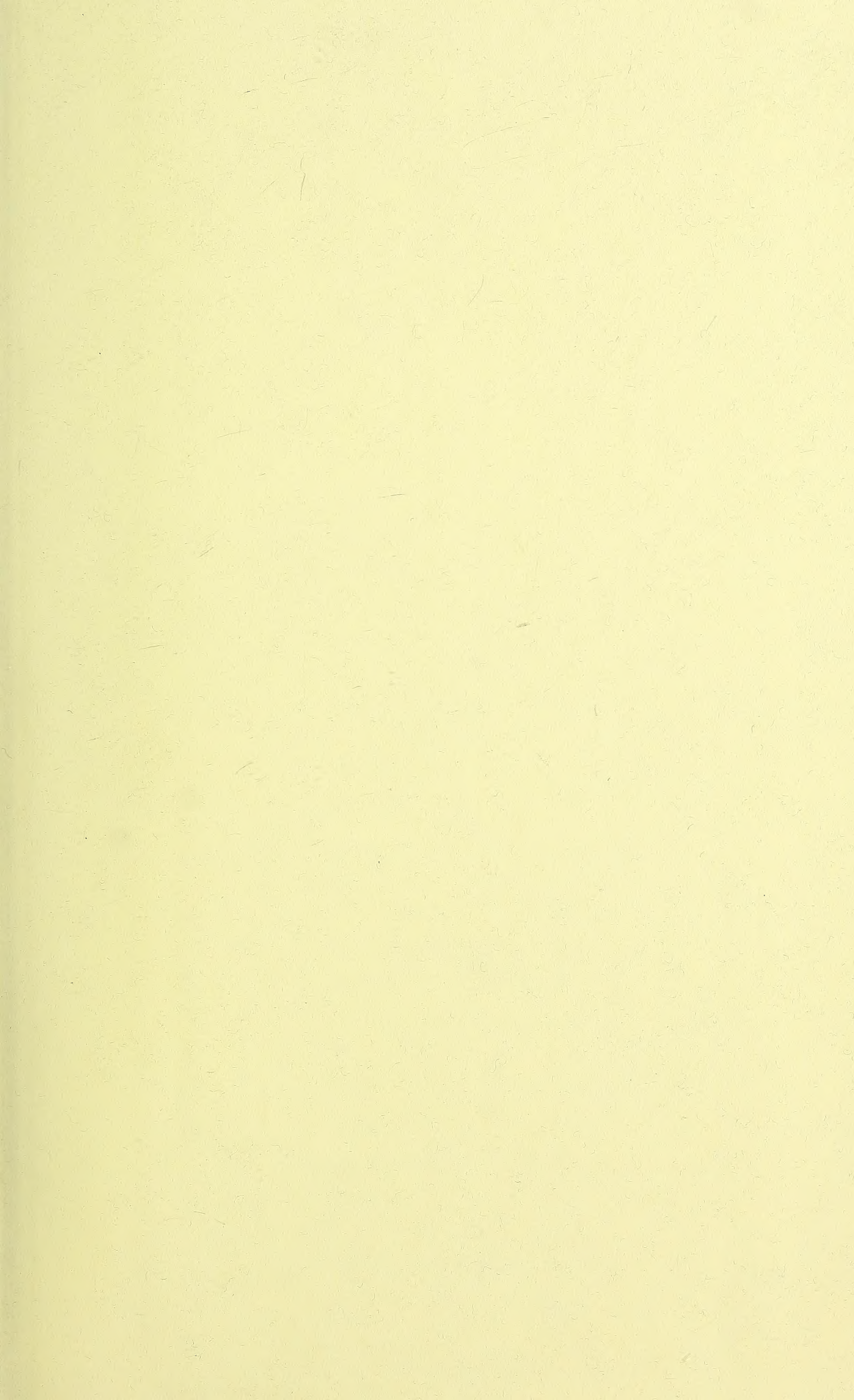
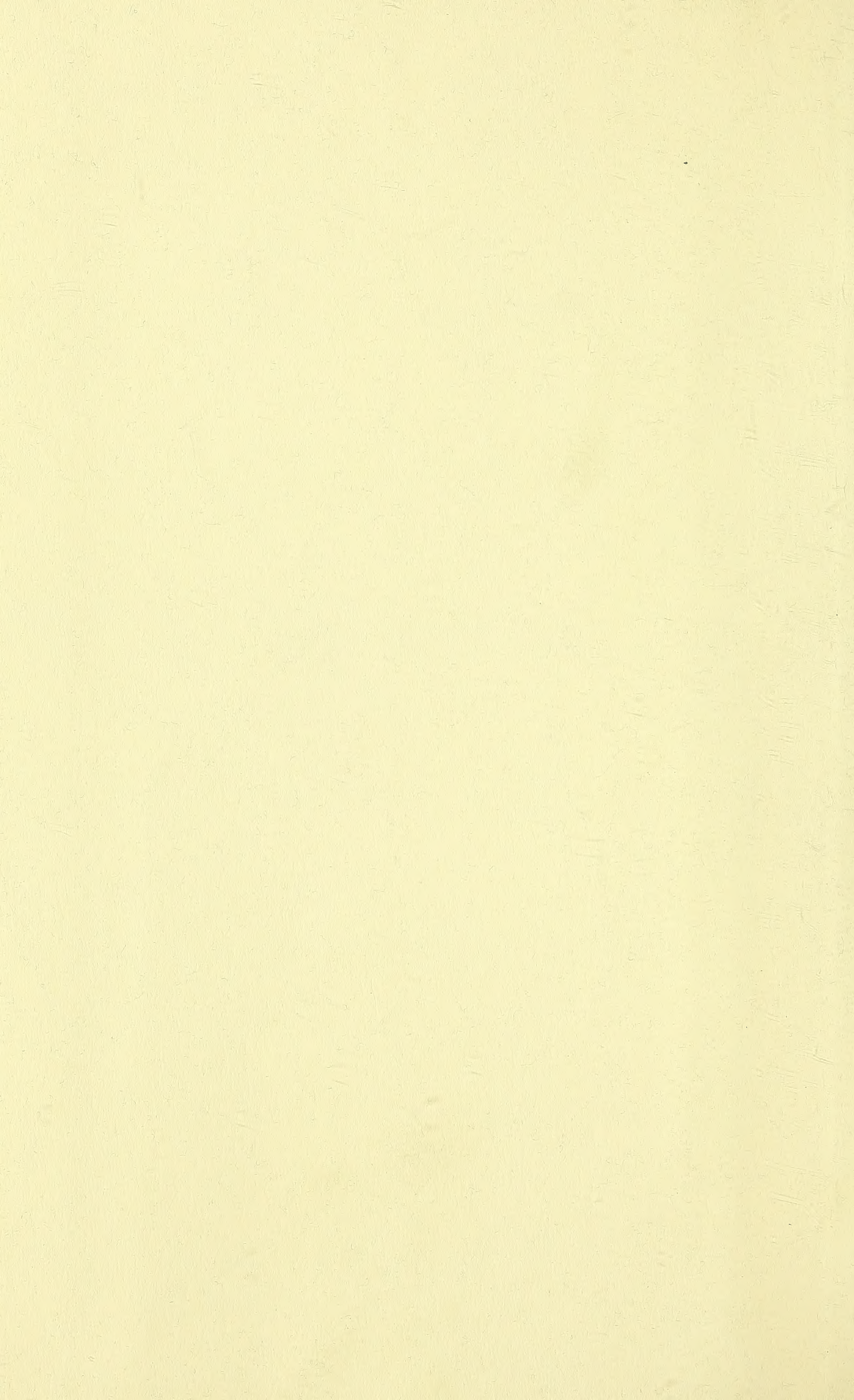






Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

Carl Theodor v. Siebold,
Professor an der Universität zu München,

und

Albert v. Kölliker,
Professor an der Universität zu Würzburg,

unter der Redaction von

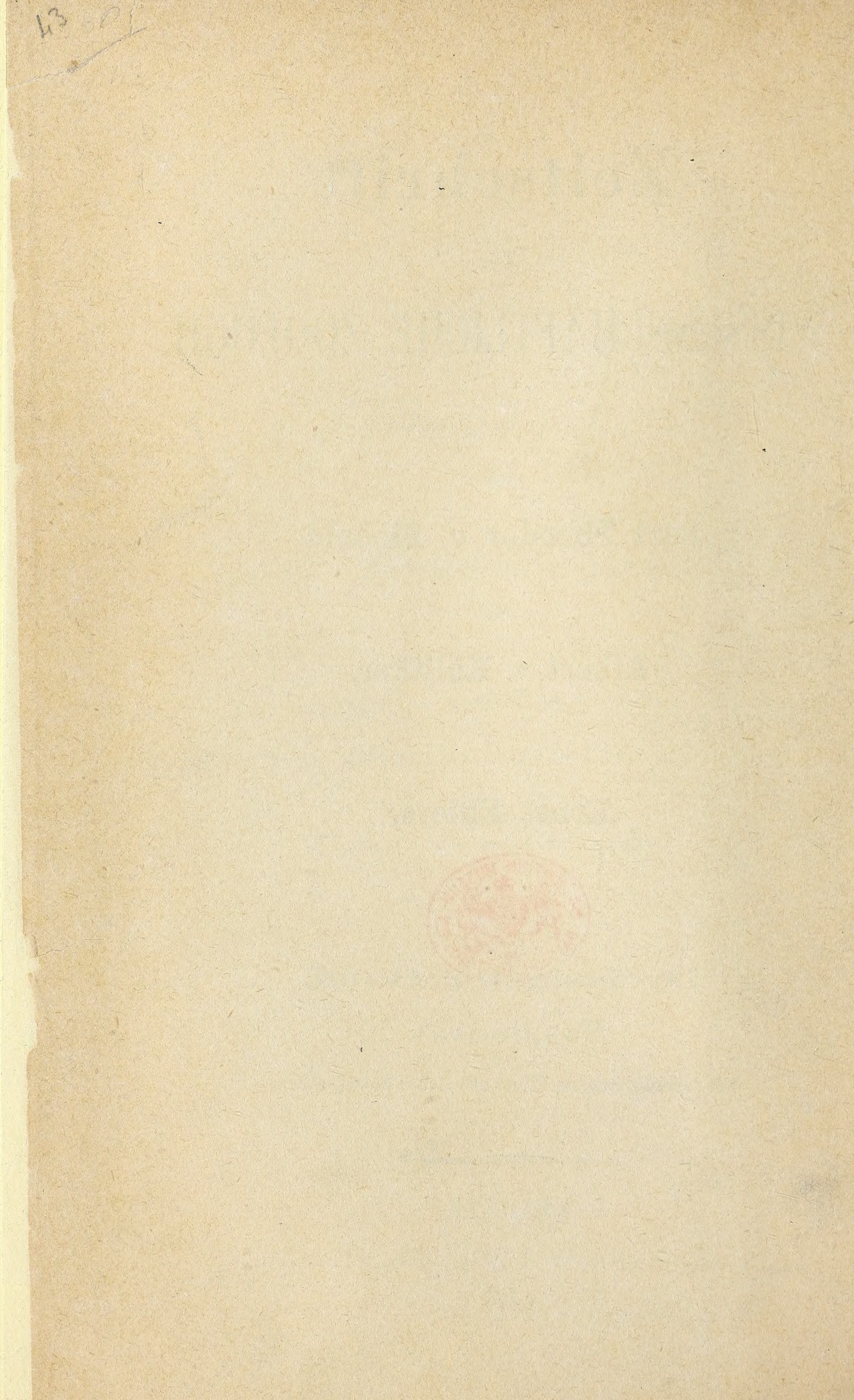
Ernst Ehlers,
Professor an der Universität zu Göttingen.

Dreissigster Band.

Supplement.

Mit sechsundzwanzig Tafeln und sieben Holzschnitten.

LEIPZIG,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1878.



Inhalt.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 23. April 1878.

Zweites Heft.

Ausgegeben den 7. Mai 1878.

Drittes Heft.

Ausgegeben den 28. Mai 1878.

Zur Nachricht.

Die in diesem Bande vereinigten Aufsätze bilden zugleich den Inhalt einer Festschrift, welche Herrn Prof. C. Th. E. von Siebold zur Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums am 22. April 1878 im Namen der Mitarbeiter an der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie überreicht wurde. Diese Festschrift, welche in einer nur geringen Zahl von Exemplaren in 4⁰ gedruckt wurde, enthält ausser den hier folgenden Aufsätzen das Portrait v. Siebold's in Lichtdruck, ferner: Carl Theodor von Siebold. Eine biographische Skizze. Von A. Kölliker pg. V—XXIX und: Verzeichniss der bisherigen Mitarbeiter an der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von Ehlers pg. XXX—XLII.

Die Form der Krystallkegel im Arthropodenauge.

Von

Oscar Schmidt.

Mit Tafel I.

In den letzten Jahren ist von zwei Seiten die Unhaltbarkeit der Ansicht nachgewiesen worden, dass das Facettenauge eine Anhäufung von Einzelaugen sei, deren jedes ein mehr oder minder vollkommenes Bildchen erzeuge. Von seinen ausgedehnten Untersuchungen über dieses Thema gab GRENACHER[1]) 1874 vorläufige Nachricht. Bald darauf, 1875, zeigte EXNER[2]), ohne von GRENACHER's Mittheilung Kenntniss zu haben, dass, wenn auch durch Facetten und Krystallkegel Bilder entworfen würden, dieselben nie auf die vermeintliche Retina, welche die Spitze jedes Kegels umfassen sollte, träfen. Er kommt mit seinen Ansichten über die Function des Facettenauges auf die Theorie von JOH. MÜLLER zurück und zeigt, »dass die Unvollkommenheit der räumlichen Auffassung des Facettenauges ersetzt wird durch die Vollkommenheit in der Auffassung von Bewegungen«.

Kann EXNER seine Unbekanntschaft mit GRENACHER's Resultaten mit dem Versteck entschuldigen, wohin der letztere seine Mittheilung verwiesen, so wird GRENACHER nun einen ähnlichen Anspruch machen. Er hat im Mai 1877 seine Arbeit veröffentlicht[3]), zwar nochmals unvollständig, aber mit ausreichenden guten und characteristischen Abbildungen versehen. GRENACHER scheint von EXNER's, allerdings viel

1) Göttinger Nachrichten 1874. Nr. 26.

2) Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 72.

3) Untersuchungen über das Arthropodenauge. Im Auszuge mitgetheilt. Beilageheft zu den klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde. Rostock 1877.

einseitigerer Arbeit nichts gewusst zu haben. Er erwähnt sie nicht und ist am Ende seiner höchst wichtigen und für den Gegenstand offenbar Epoche machenden Untersuchung »völlig auf dem Boden der MÜLLER'schen Theorie angelangt«.

Merkwürdiger Weise ist von beiden Forschern ein Punct unberührt und unberichtigt geblieben, dessen Richtigstellung allein hinreicht, der Theorie den Hals zu brechen, welche durch MAX SCHULTZE[1]) für alle Zeiten gesichert schien. Ich meine die Form der Krystallkegel. Dieselben sind von SCHULTZE als vollendet regelmässige Körper abgebildet worden. EXNER ist, wie alle seine Vorgänger, der Meinung, dass die Achse des Krystallkegels mit der optischen Achse der Corneafacette zusammenfällt, dass also der senkrecht das Centrum der Corneaoberfläche treffende Strahl ungebrochen und ungespiegelt zur Spitze des Kegels gelange. GRENACHER hält es nicht nur bei den Insecten für »überflüssig, die allbekannten Thatsachen, soweit sie die Krystallkegel angehen, zu wiederholen«, sondern setzt ganz allgemein, auch vom Auge der Krebse, voraus, dass jedes Facetten- und Kegelsystem eine gerade Achse, wie ein regelmässiger Kegel besitze. Die diesem centralen Theile »entsprechenden Strahlen sind die einzigen, die ungebrochen, geradlinig durchgehen«. »Das einzelne Rhabdom — so nennt GR. den Achsenstab der Retinula oder des Sehstabes — wird nur von dem aus seiner geraden Verlängerung herkommenden Licht erregt«.

Ich gestehe, dass, als ich im Februar 1877 in Neapel mich mit dem Krebsauge zu beschäftigen begann, mir die bis dahin erschienenen Veröffentlichungen GRENACHER's und EXNER's nicht gegenwärtig waren. Ich kam zu diesen Untersuchungen aus demselben Bedürfniss, welches mich schon einmal zu einer Excursion in das Gebiet der Anatomie der Gliederthiere getrieben hat (Gehörorgane der Heuschrecken), zu dem Zweck, mich über den Grad der Convergenz in einem bestimmten Falle zu unterrichten. Solche genetisch von einander unabhängige morphologische Aehnlichkeiten und Scheinhomologien liegen besonders in den Sinneswerkzeugen vor. Es ist bekannt, dass man erst in neuerer Zeit angefangen hat, die physiologischen Qualitäten der Sinneswerkzeuge der wirbellosen Thiere darauf hin genauer zu untersuchen, und dass man erkannt hat, wie schief es sei, unsre Sinnesempfindungen schlechthin bei den Thieren vorauszusetzen und sich im Suchen nach den anatomischen Thatsachen und der Erklärung des Befundes davon leiten zu lassen. Es ist kein Zweifel, dass MAX SCHULTZE's berühmte Arbeit unter dieser anthropomorphischen Anschauung gelit-

1) Die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. 1868.

ten hat. Ich machte mich an die Nachuntersuchung, weil mich die vorausgesetzte Convergenz zu geniren anfing. Ich bin völlig unabhängig von Grenacher und Exner von der Haltlosigkeit der Gottsche-Schultze-schen Auffassung mindestens für eine grosse Anzahl von Arthropoden überzeugt worden. Das würde indessen nur einen persönlichen Werth haben, wenn meine Untersuchung sich nicht gerade auf den speciellen Punct beschränkt hätte, der den Anderen einer Revision nicht bedürftig schien. So aber darf ich das Folgende als eine, wenn auch nur unbedeutende Ergänzung zu Grenacher's Arbeit anbieten. Eine andere Frage ist es jedoch, ob die von mir zu bringende Ergänzung gestattet, schlechthin zur Theorie vom musivischen Sehen zurückzukehren.

Ich habe zuerst Phronima vorgenommen, in der ich ein besonders günstiges Object zu finden hoffte, und erhielt in der Station in Neapel etwa hundert Stück dieses schönen Thieres.

Unsre Abbildung 1 zeigt in mässiger Vergrösserung den Umriss der linken Hälfte des Phronimakopfes von vorn mit dem Gehirn und den Sinneswerkzeugen. Der eigentliche Gehirnknoten ist von geringem Volum; er ist nach oben in einen kegelförmigen Fortsatz ausgezogen, dessen Hülle sich durch einige Fäden mit dem Kopfskelet verbindet. Von der oberen Seite des nach dem Munde zu gerichteten kürzeren Kegels entspringt mit einer hügelartigen Wurzel der Antennenerv. Bei anderen Exemplaren habe ich die mehr entwickelte Form Fig. 2 gefunden, wo statt des einfachen Einbugs (*a*) ein völliger Sinus, und statt des Höckers (*b*) eine knopfförmige Anschwellung stand. Ich kann nicht sagen, ob das Geschlechtsdifferenzen oder Eigenthümlichkeiten der beiden von Claus unterschiedenen Arten sind. Den Schlundring sieht man bei dieser Lage nicht; er ist auffallend eng, und die Commissur geht natürlich noch diesseit des dicken Sehnervenstieles (*c*) ab. Dieser letztere spaltet sich während der Entwicklung der Phronima, und seine Faserzüge nebst eingeschobenen Ganglienzellen bilden alsdann die beiden gelb oder bräunlich gefärbten Körper, welche man mit unbewaffnetem Auge aus dem Kopfe durchscheinen sieht. Der nach innen und oben gelegene ist gestreckt, ragt mit dem spitzeren Ende nach den Mundwerkzeugen zu eine Strecke über das Gehirn heraus, mit dem anderen abgerundeten nach oben. Zu ihm gehören die merkwürdigen Krystallkegel oder Fadenkolben, deren keulenförmige Enden Stirn und Schädel einnehmen. Der andere pigmentirte Körper ist der Sammelort der Kolben, welche mit ihm das zweite, untere, seitwärts hervorgewölbte Auge bilden.

Eine genauere Analyse dieser pigmentirten Körper zeigt, wie schon angedeutet, dass die aus dem Sehganglion in sie eintretenden

Fasern, nachdem sie je eine Ganglienzelle in sich aufgenommen haben, sich mit ziemlich starren Scheiden umgeben. Sie schwellen dabei an, und den Scheiden haftet der Farbstoff fest an. Im pigmentirten Körper des Seitenauges vereinigen sich je mehrere Fasern zu einem Bündel, und diese, scheint mir, sind es, welche PAGENSTECHER »Cylinder« genannt hat. Am inneren, spindelförmigen pigmentirten Körper überzeugt man sich, wenn man ihn von unten, von der Seite und gespalten betrachtet, dass die längs seiner ganzen Erstreckung einlaufenden Fasern scharf nach oben umbiegen. Auf alle diese dem nervösen Apparat angehörigen und von GRENACHER als die Retinulae mit den Rhabdomen erkannten Fasern und Faserbündel folgen nun jene Strahlen von chitinöser Beschaffenheit, welche bis hart an oder unter die Kopfhaut reichen und den Namen der Krystallkegel tragen, obschon sie von nichts weniger als regelmässig kegelförmiger Gestalt sind. Sie sind natürlich von allen den Zoologen gesehen, auch abgebildet worden, welche sich mit Phronima beschäftigten. merkwürdiger Weise hat aber Niemand geprüft, wie die gangbare Theorie sich mit ihnen verträgt. Betrachten wir sie zuerst am Seitenauge. Es erhellt auf den ersten Anblick, dass sie hier weit kürzer sind, als am Scheitel-Stirn-Auge. Aber innerhalb des Seitenauges sind die Kegel, wie wir sie noch nennen wollen, von bedeutender Verschiedenheit, sowohl in der Grösse als in der Gestalt, ja man kann behaupten, dass keiner einem andern gleicht. Am nächsten der mathematischen Kegelform kommen die aus der Mitte des Auges (Fig. 3). Ihr Kolben ist nicht selten fast regelmässig kuglig abgerundet (3 *a*), vielleicht findet man auch einen und den andern mit einer vollkommen einem regelmässigen, geraden Kegel entsprechenden Achse, obgleich ich einen solchen Krystallkörper nicht gesehen. Vielmehr hatten die von mir so genau als möglich aus dem Centrum des Auges aufgesuchten die in Fig. 3 *b* und *c* wiedergegebenen Umrisse.

Jedoch auch diese mehr regelmässigen Krystallkegel bilden gegen das dünne Ende hin eine fast spindelförmige Anschwellung. Wie gesagt, ist die Zahl dieser verhältnissmässig normalen Kegel ganz verschwindend gegen die übrigen, wovon uns Fig. 4 und 5 Beispiele zeigen, und zwar von der Seite. Es fällt nicht nur die Möglichkeit weg, dass die auf das kolbige Ende solcher oder ähnlicher Körper einfallenden Lichtstrahlen am dünnen Ende derselben zu einem Bilde vereinigt werden, sondern bei der Mannigfaltigkeit der Krümmungen der Oberfläche und dem Umstande, dass die Kegel aus einer härteren, dichteren Rinden- und einer weicheren Binnensubstanz bestehen, ist kaum daran zu denken, dass auch nur ein Strahl ungebrochen und unabgelenkt die Retinula erreicht.

Gehen wir nun vom Seitenauge auf die Fadenkegel des Stirnauges über. Die Kegel bestehen hier aus einem oberen kegel-, richtiger kolbenförmigen, einem mittleren fadenartigen und einem unteren spindelförmigen Theile (Fig. 7) und sind 2 bis $2^1/_2$ Mm. lang. Fig. 8 zeigt einen solchen Kolben von oben und etwas von der Seite und von aussen durch die Kopfwand gesehen. Es sind dieselben Verhältnisse wie am Seitenauge, für welches also das jetzt zu sagende auch gilt. Die Augen der Phronima haben zwar keine Hornhaut mit gewölbten Facetten, stehen aber unmittelbar an dieser Differenzirung. Jeder Kegel ragt mit dem Kopfe in eine Doppelzelle hinein, welche man an den beiden Semper'schen Kernen erkennt (3). Die peripherische Wand dieser Zellen (Fig. 4 und 8 *u*) geht in die Cuticula über (*o*); man sieht daher, wenn man das Mikroskop auf die Augenoberfläche einstellt, eine dem Facettenauge sehr ähnliche Zeichnung. Die den Facetten entsprechenden Abschnitte berühren sich nur theilweise und lassen meist dreizipfelige, d. h. seitlich von drei Flächen begrenzte Räume zwischen sich. Mit der Zwischenwand (*m*) verschmelzen die Zellenpaare, die Erzeugerinnen der Kegel, und wie die Seitenwandung sich unterhalb des Kolbens auf die Aussenfläche des Kegels anlegt, so dringt die Zwischenwand in den fast immer sehr deutlichen Spalt, nämlich die Trennungslinie der beiden Längshälften des Krystallkegels ein. Gewöhnlich zeigen sich zwischen den Semper'schen Kernen noch zwei elliptische dunklere Stellen (*n*), deren Ursprung und Beschaffenheit mir nicht deutlich geworden ist. Sie liegen durchaus regelmässig zu beiden Seiten der Scheidewand.

In den eben beschriebenen Doppelraum ragt der Kopf des Krystallkegels hinein, seine Ründung wird also bei der absoluten Durchsichtigkeit der daran und darüber liegenden Theile von allen Seiten von den Lichtstrahlen getroffen. Auch an den frischesten Präparaten sieht man oft solche Spaltung wie in Fig. 9, wobei auf der Oberfläche Höcker und Rauhigkeiten sich entwickeln. Pagenstecher hat gemeint, dass diese Spaltung sich auf den ganzen Krystallkegel erstreckte, und so die Zahl der Kegel vermehrt würde. Ich habe mich jedoch nicht davon überzeugen können. Die Kegel mit solchen Spalten sind viel zu gross, als dass Einem das wirkliche Auseinandertreten verborgen bleiben könnte. Auch müssten bei diesem Vorgange die Zellen mit den Semper-schen Kernen doch wohl betheiligt sein, wovon ich keine Spur wahrgenommen habe.

Aus der Krümmung der Fläche, unter welcher, ohne sie zu berühren, die Kolben des Stirn-Scheitelauges liegen, geht hervor, dass eine Anzahl von Scheitelkolben am meisten der regelmässigen Basis

des theoretisch geforderten Kegels entsprechen müssen, diejenigen, deren fadenförmige Fortsetzung etwa in der Nähe der Achse des vom spindelförmigen pigmentirten Körpers ausgehenden Strahlenbüschels verlaufen. Allein wiederum haben die meisten Kolben und Kegel eine solche und noch schiefere Stellung zur Augenoberfläche wie der Kegel in Fig. 4 zu *o*. Wenn man also auf dem Mittelpunct des Facettenbezirkes eines Krystallkegels eine Senkrechte errichtet denkt, so fällt diese nie mit der Achse der schiefen, kegelartigen, aber nie streng kegelförmigen Krystallkörper zusammen, nie mit dem fadenförmigen Mitteltheile dieser Körper oder mit der Endspindel (vergl. Fig. 7). Das Ende der letzteren ist nicht abgerundet, sondern schief abgestutzt und vielleicht immer mit drei äusserst feinen Zähnchen oder Spitzen versehen. Es ist die Stelle, wo sich Nervenstab (Retinula) und Krystallkegel berühren. Fast immer bricht bei Zupfpräparaten, welche allein klare Bilder gewähren, die Spitze des Krystallkegels ganz wie aus dem Pigment heraus. Nicht selten aber reisst auch ein Stück des Nervenstabes im Zusammenhange mit der Kegelspitze ab (Fig. 4. 6), und es hat alsdann den Anschein, als ob die blasse Nervenfaser nicht hier endigte, sondern direct in die Marksubstanz des Kegels überginge. Wo Nervenstab und Kegel sich genau auf ihrer Grenze getrennt haben, hat man immer den Eindruck einer feinen Oeffnung der Kegelspitze. Der Gegensatz von Rinden- und Marksubstanz erstreckt sich nicht blos auf Kolben und Endspindel, sondern auch auf den Fadentheil der Kegel, wie die beim Maceriren und Behandeln mit Reagentien zum Vorschein kommenden Gerinnungen und Zersetzungen zeigen.

Es ist klar, dass das Schema des Arthropodenauges mit der Annahme der Erzeugung zahlreicher Bildchen auf Phronima keine Anwendung findet. Trotz der glatten Cornea liegt zwar die Möglichkeit vor, wie ich gegen Grenacher a. a. O. p. 39 behaupten möchte, dass jeder der Kegelkolben ein Bild liefert; wo dasselbe aber etwa zu suchen wäre, deuten die punctirten Linien in Fig. 4, 5 und 9 an. Jedoch auch das musivische Sehen ist für Phronima ausgeschlossen, denn die Voraussetzung für das musivische Sehen, die Geradachsigkeit der lichtbrechenden Körper und die Absorption der seitlich einfallenden Strahlen, trifft hier nicht ein. Die sehr schief auf die gemeinschaftliche Cornea fallenden Strahlen werden vielleicht eine totale Reflexion erleiden; nicht so die minder schief einfallenden. Bei einer bestimmten Stellung des Thieres wird dasselbe also nicht, wie bei dem angenommenen musivischen Sehen, über bestimmte Puncte der äusseren Gegenstände orientirt, wohl aber gelangt in jeden Kegel ein ganzer Lichtbüschel. Grenacher meint, dass Niemand, der einmal den Bau der

Augen der Hyperiden gesehen und sie lebend beobachtet hat, sie für blinde oder schlecht sehende Thiere erklären könne. Mir ist nur darüber kein Zweifel, dass die Augen der Phronima ihr ein Ersatz, ein Surrogat für Bild erzeugende Organe sein und ihr mindestens zur Wahrnehmung verschiedener Lichtgrade und Farben dienlich sein werden. Und das sind sie in ausgezeichneter Weise.

Mein College KUNDT, dem ich die Sache vorlegte, zog mir feine Glasstäbchen aus, mit Köpfchen und verschieden gekrümmt, ungefähr von der Gestalt der Kegel der Phronima. Wenn man in das kolbige Ende derselben aus einer starken Lichtquelle ein Strahlenbündel eintreten lässt, während man für Verdunkelung des übrigen Theiles des Stabes, namentlich der winzigen Spitzenfläche sorgt, so erglänzt diese letztere als ein leuchtender Punct, das heisst, die Lichtstrahlen werden im Glasstabe trotz dessen unregelmässigen Krümmungen fortgeleitet und von der Oberfläche immer wieder so nach der Achse zu reflectirt, dass ein grosser Theil derselben aus dem spitzen Ende des Stabes wieder austritt. Genau so, wie diese Glasstäbe, müssen sich die Krystallkegel der Phronima verhalten. Sie führen den Nervenstäben eine Fülle von Licht zu und vermitteln Empfindungen, welche wir an uns selbst nicht erproben können, von denen man aber sicher annehmen darf, dass sie dem Thiere nach seinen Verhältnissen einen vollen Ersatz für eigentliche Gesichtswahrnehmungen bieten. Auch andere Hyperiden sind mit denselben Lichtwerkzeugen versehen, auch mit Fadenkegeln von ähnlicher Länge [1]).

Als es für mich feststand, dass Phronima nicht wirklich sehen könne, brachte ich natürlich zunächst diese Unvollkommenheit mit der niederen Stellung der Amphipoden in Verbindung. Da aber, abgesehen von dem Zurückbleiben der Facettirung der Cornea, alle Elemente vorhanden sind, welche bei den Decapoden und Insecten das Sehen zu Stande bringen sollen, die Krystallkegel, die in pigmentirte Scheiden eingehüllten Nervenstäbe, ein mit Ganglien und Faserläufen ausgestatteter Centraltheil, da ferner kein früherer Beobachter Anstand genommen hatte, Augen und Augenelemente der Hyperiden mit denen der Decapoden zusammen zu stellen, so lag für mich der Anlass zu einer näheren Vergleichung vor.

Wer höhere Krebse, Krabben, Eremiten, Garneelen in ihrem Treiben belauscht, hat den Eindruck, dass sie über ihre nächste Umgebung sich ungefähr so gut, wie wir selbst, orientiren. Die Krabbe be-

1) Vgl. auch CLAUS, Polyphemiden. Denkschr. d. W. Akad. 1877. p. 8.

schleicht ihre Beute; ein Eremitenkrebs merkt, dass sein Genosse ein Stück Fleisch sich angeeignet hat, und sucht es ihm in höchst komischen Wendungen abzujagen, denen der Angegriffene eben so spasshafte Listen entgegensetzt; die Crangons, Palämons und andere Garneelen necken sich und spielen mit einander. Dabei sind Fühler und Augen in fortwährender Bewegung. Niemand zweifelt, dass sie sich sehen. Sie stehen in ihrer seelischen Entwicklung hoch über jenen Hyperiden, die offenbar aufs Gerathewohl daherrudern oder sich an einer der zahllosen, ihnen in den Weg kommenden Quallen festsetzen und von da an das Bedürfniss, zu sehen, nicht mehr fühlen. Ich war daher sehr erstaunt, als ich bei den wenigen Gattungen höherer Krebse, die ich zur Controle untersuchte, Verhältnisse fand, welche an die bei Phronima beobachteten sich anschliessen und eine Revision des für die Krystallkegel als gültig Angenommenen in grösserem Massstabe dringend gebieten.

Alle Beobachter, welche über die Augen höherer Arthropoden geschrieben, nehmen als ausgemacht an, dass die lichtbrechenden, zu einer Facette gehörigen Medien in ihrer Gesammtheit einen geradachsigen Körper bilden. Ich zweifle nicht, dass es sich in vielen Fällen wirklich so verhält, und dass es seine Richtigkeit mit Gottsche's Angabe hat, dass Bildchen erscheinen. In dieser Voraussetzung der Geradachsigkeit der Krystallkegel sind sämmtliche Bilder von Max Schultze gezeichnet, und zwar scheint unser unvergesslicher Freund die Bilder in seiner berühmten Abhandlung nur nach Zupfpräparaten, nicht nach Schnitten angefertigt zu haben. Ich vermuthe, dass ihm aus diesem Grunde diejenigen Unregelmässigkeiten entgangen sind, oder dass er sie auf Rechnung der mechanischen Behandlung des Präparates gebracht hat, auf deren regelmässiges Vorhandensein ich aufmerksam machen will. Wie erwähnt, ist dieser Punct von Grenacher unberichtigt geblieben.

Zerzupft man einen Schnitt eines gehärteten Auges einer Garneele (ich habe namentlich Palämon benutzt), so bekommt man meist diejenigen Theile im Zusammenhange, welche M. Schultze zum Krystallkegel rechnet, also in seinen Bildern $k' \; k'' \; k''' \; k''''$. Die Mehrzahl dieser Kegel (wir wollen die geläufige Benennung beibehalten, obschon die Körper Pyramiden sind) ist regelmässig geradachsig, aber unter den Hunderten und Tausenden, welche man in kurzer Zeit mustern kann, wird man keinen finden, der gleichseitig vierkantig wäre. Abgesehen von dem obersten Abschnitt, welchen Schultze zum Kegel bezieht (Taf. I, 16 k') und auf welchen wir unten näher eingehen werden, spricht er von zwei verschieden dichten Abschnitten, von welchen er

den oberen (k''') einer Cylinderloupe vergleicht, während der untere (k'''') die Spitze des Kegels bildet und mit spitzen Fortsätzen das Ende des Nervenstabes (n) umfasst. Schultze's Zeichnungen, neben welchen die meinigen sich sehr ungeschickt ausnehmen, lassen die Nothwendigkeit der Bilderzeugung durch solchen Apparat plausibel erscheinen. Wenn man aber Schnitte mustert, so überzeugt man sich bald, erstens, dass die Randkegel, also die Kegel, welche am unteren Theile des Auges sich befinden, oben gegen die Facetten zu schief abgestutzt[1]) sind, und zweitens, dass entweder schon die mit k''' von Schultze bezeichneten Abschnitte, sicher aber die Abschnitte k'''' nach der Längsachse gekrümmt sind. Mustert man darauf ein Zupfpräparat, so wird man zwar, wie gesagt, den Gesammteindruck haben, dass die Kegel regelmässig vierkantig sind mit oben vorragenden vier Körperecken, der Viertheiligkeit der Kegel entsprechend, man wird aber bald auch solche Kegel, richtiger Pyramiden, entdecken, welche von der einen Seite gerade (Fig. 10 *a*), von der anderen, wenn man sie wendet, gekrümmt (Fig. 10 *b*) aussehen. Bei allen von mir untersuchten, in Spiritus gehärteten Garneelen hat sich k''' sehr leicht von k'''' gelöst. Die Verbindung dieser beiden Abschnitte ist aber bei anderen Gattungen eine festere, so z. B. bei Palinurus. Ein Kegel aus dem Auge dieses Krebses ist in Fig. 11 gegeben. k'', nach Schultze's Bezeichnung, ist der kappenartige Aufsatz, der auch noch von der gemeinschaftlichen, vom Neurilem herkommenden Hülle bedeckt ist, k''' die Cylinder-, richtiger Pyramidenloupe, deren unteres Ende jedoch nicht eine einfache Abrundung, sondern oft sehr deutlich vier Kugelabschnitte zeigt, und k'''' ist also derjenige Abschnitt, den Schultze noch zum Krystallkegel rechnet, während Steinlin die Sache etwas anders ansieht. Da man versucht sein wird, die Krümmung von k'''' in Fig. 11 auf Rechnung eines Zufalles, der Präparirmethode u. dgl. zu bringen, so bemerke ich ausdrücklich, dass Schnitte, die ich wiederholt sorgfältig geprüft habe, den untrüglichen Beweis der Natürlichkeit dieses Verhaltens liefern. Man sieht nicht selten die Krümmung bis zu 90⁰ anwachsen. Auch aus den Canälen und höchst mannigfaltigen und in der Reihe der Schnitte wechselnden netzförmigen Bildern der bindegewebigen Substanz, welche ein fest zusammenhängendes Continuum bildet, ergeben sich die obigen Verhältnisse. Die Angabe Steinlin's[2]), worauf M. Schultze anspielt, ist, dass das »centrale Ende des Krystall-

[1]) Grenacher bildet einen schiefen Pseudoconus von der Ochsenbremse ab A. a. O. p. 21.

[2]) Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturw. Gesellschaft a. d. J. 1865—1866. p. 92.

kegels in zwei bis drei Fortsätze oder Röhren« übergehe, welche er »Verbindungsstiele« nennt. Nun leuchtet aus der Abbildung STEINLIN's (Taf. III, 1) hervor, dass ihm die scharfe Grenze zwischen k''' und k'''' verborgen geblieben ist, und dass auch er höchst wahrscheinlich die Krümmung von k''' für etwas Zufälliges gehalten hat. Was aber die Zahl dieser »Verbindungsstiele« anlangt, so hat er vollkommen recht. Die Abtheilung k'''' besteht aus zwei, gewöhnlich aus drei Längstheilen, wovon der eine doppelt so stark als die beiden anderen zu sein pflegt. Man sieht dies auf Querschnitten eben so klar, wie man oft die Viertheiligkeit des eigentlichen Kegelkörpers auf Flächenbildern hat. Was diese merkwürdige Dreitheiligkeit bedeutet, ist völlig unklar. Ich habe noch zu bemerken, dass auch Palinurus zu den lebendigeren, auf ihre Umgebung aufmerksameren Langschwänzen gehört.

Wir kommen zum Flusskrebs. Der Kegel, den ich abbilde, Fig. 12, nimmt sich im Vergleich zu dem Normalbilde auf SCHULTZE's Taf. I, 9 wie ein verunglücktes Monstrum aus. Ich kann jedoch die Versicherung geben, dass mein Kegel einem wohlpräparirten Schnitte und aus der Verbindung mit einer Reihe ganz ähnlich gestalteter und gebogener Kegel entnommen ist. Denkt man sich die Oberseite der Kappe (k'') verlängert, so hat man die Fläche, gegen welche schon das vordere Ende der Cylinderloupen-Achse so geneigt ist, dass ein Bild gleich vorn unsymmetrisch zur Achse fällt, und noch weniger an eine Versetzung des Bildes ans Ende dieses lichtbrechenden Körpers gedacht werden kann. Der untere, in den Präparaten auch hier gewöhnlich granulirte Theil (k'''') beginnt deutlich becherförmig. Die Granula des Inhaltes fand ich wiederholt in Längslinien geordnet (Fig. 13).

Ich führe von den Krebsen nur noch den Hummer an, dessen Kegel ganz auffallend unregelmässig gestaltet sind. Bei genauerer Musterung von 10 bis 15 in einem Schnitte neben einander befindlicher Kegel wird man nicht zwei einander völlig gleiche sehen. Die Bilder 14 und 15 sind mit wenigen Worten erklärt. In 14 ist auch die Cornea gezeichnet. In 15 erblickt man einen und denselben Kegel von drei Seiten. Der Abschnitt k'''' macht beim Hummer am wenigsten den Eindruck eines bilderzeugenden Körpers, zeigt die grösste Variabilität der Grössen- und Krümmungsverhältnisse, hängt aber immer sehr fest mit k''' zusammen. Der Hummer, um ihn auch zu characterisiren, giebt sich im Aquarium als ein duckmäuserischer, verdrossener Gesell, der sich wenig Bewegung macht und um seine Umgebung sich kaum zu bekümmern scheint. Durch Handbewegungen u. dgl. lässt er sich nicht schrecken und zu Ortsveränderungen veranlassen.

Von den Insecten darf ich kaum sprechen. Ich habe nur Dyticus

marginalis hinsichtlich der Kegel untersucht, und zwar natürlich ebenfalls in Schnitten und Zupfpräparaten, frisch im Blute des Thieres, in Froschblut und nach verschiedenen Härtungen. Die grösste Menge der Krystallkegel ist mir dabei völlig regelmässig erschienen, aber die schiefachsigen fehlen nicht und scheinen gegen die Peripherie des Auges hin mehr und mehr sich einzustellen (Fig. 16). Kegel von scheinbar normaler Contour (*a*) kehren beim Wälzen ihre Schiefheit vor (*b*). Bei manchen (*c*) wird die Spitze durch eine Senkrechte mit der Peripherie der Basis verbunden; bei anderen mit nicht gekrümmter Spitze (*d*) fällt die Senkrechte von der Spitze über die Basalfläche hinaus, und bildet die von der Spitze längs des Kegelmantels zur Basis verlaufende kürzeste Linie mit dem vom Schnittpuncte ausgehenden Basaldurchmesser einen stumpfen Winkel; bei noch anderen (*e*) ist das obere Ende des Kegels zipfelig gekrümmt. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob jene Regelmässigkeit innerhalb dieser Classe vorherrscht, welche Exner bei Hydrophilus piceus fand.

Meine obschon wenig umfangreichen Erfahrungen ergeben also, dass lediglich aus der unregelmässigen Form die Unstatthaftigkeit der Theorie, nach welcher im zusammengesetzten Arthropodenauge so viel Bildchen zur Perception gebracht würden, als Krystallkegel gezählt werden, hervorgeht. Aber es scheint mir, dass Exner und Grenacher auch mit diesem Factor rechnen müssen. Wenn wir oben bei Phronima hervorhoben, dass jeder dieser sonderlich gestaltete »Kegel« ein vortrefflicher Lichtleiter sei, wenn wir ferner vermuthen dürfen, dass mit der Lichtstärke auch Farbenschattirungen zur Perception gebracht werden, wenn wir endlich auch die Vermuthung aufstellen, dass die trotz ihrer Variationen doch eine gewisse Regel befolgenden Krümmungen mit dem Raumsinne in Verbindung stehen mögen, so sind wir allerdings wieder bei einer besonderen Species von einfachem Auge angelangt. Diese Worte sind von mir niedergeschrieben, ehe Grenacher's Untersuchungen veröffentlicht waren, worin er abschliesst: »damit wären wir aber völlig auf dem Boden der Müller'schen Theorie angelangt«. Ich glaube nicht, dass diese Formulirung statthaft ist. Grenacher und Exner legen das Hauptgewicht darauf, dass im zusammengesetzten Auge, wie der erstere sagt (a. a. O. p. 41), die brechenden Medien sich zum Isoliren des von einer bestimmten Stelle kommenden Lichtes umgestalten. Für Phronima und die anderen oben berührten Krebse trifft dies offenbar nicht zu. Aber für viele, vielleicht für die meisten Insecten, wo die geradachsigen Kegel vorzuherrschen scheinen, werden Exner und Grenacher im Recht sein. Ich bin also der Meinung, dass die Leistung des zusammengesetz-

ten Arthropodenauges sehr verschiedenartig abgestuft ist, und dass wir einen knappen Ausdruck für dasselbe noch nicht gefunden haben. Möge es Grenacher bei der vollständigen Publication seiner reichen Untersuchungen gefallen, diesen meinen Zweifel zu widerlegen, oder, falls er ihn begründet findet, in den Resultaten der wahrscheinlich für lange Zeit massgebenden Arbeit zu berücksichtigen.

Strassburg, im October 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

(Fig. 1 bis 9 von Phronima.)

Fig. 1. Linke Hälfte des Kopfes von Phronima.

Fig. 2. Umriss eines besonders stark ausgeprägten Gehirns dieses Thieres mittlere Partie.

Fig. 3. Krystallkegel aus dem centralen Theile des Seitenauges.

Fig. 4. 5. Eben solche Kegel von der Peripherie.

Fig. 6. Spindeltheil eines Kegels, dessen Achsensubstanz in die Nervenfaser überzugehen scheint.

Fig. 7. Fadenkegel aus dem Stirn-Scheitel-Auge.

Fig. 8. Kegelkopf in seiner Stellung zur Kopfdecke. *s* die (Semper'schen) Kerne der zu jedem Kegel gehörigen Doppelzelle; *v* Umfang der Zellen; *m* gemeinschaftliche Wandung, welche sich in den Kegelspalt *h* fortsetzt; *n* Zeichnungen oder Körper unsicherer Bedeutung.

Fig. 9. Ein isolirter Kegelkopf mit tiefem Spalt und theilweise granulirter Oberfläche.

Fig. 10. Ein Krystallkegel eines Palämon von zwei Flächen aus. *k* sind die von Schultze gebrauchten Bezeichnungen.

Fig. 11. Krystallkegel von Palinurus.

Fig. 12. 13. Krystallkegel und hinterer Theil eines Kegels vom Flusskrebs.

Fig. 14. Corneafacette und Krystallkegel vom Hummer.

Fig. 15. Ein Krystallkegel des Hummers von drei Seiten.

Fig. 16. Krystallkegel von Dyticus marginalis.

Ueber Anomia, nebst Bemerkungen zur vergleichenden Anatomie der Muskulatur bei den Muscheln.

Von

Hermann von Ihering.

Mit Tafel II.

Fast in allen Thierklassen giebt es einzelne Formen, welche in so besonderer Weise modificirt sind, dass sie nur schwer in das System eingereiht werden können, und dass es lange währt, bis schliesslich mit Hülfe der vergleichenden Anatomie und Embryologie es gelingt festzustellen, in welcher Weise die einzelnen Organe durch Umbildung, Verkümmerung oder Erwerbung neuer Theile umgewandelt worden sind. Eine solche viel discutirte abweichende Form, für die es noch bis auf unsere Tage nicht gelungen ist, die einzelnen Theile des Körpers richtig zu deuten, resp. auf diejenigen der nächstverwandten Familien zurückzuführen, ist die Gattung Anomia. Von LINNÉ's Zeit an vielfach mit Brachiopoden zusammengestellt, wurde sie noch von DESHAYES [1]), AGASSIZ [2]), OWEN [3]) und GARNER [4]) für ein Mittelglied zwischen Brachiopoden und Muscheln gehalten. Erst STEENSTRUP [5]) trat nachdrücklich dieser Ansicht entgegen, indem er zeigte, wie Anomia ihrer inneren Organisation nach den monomyen Acephalen sich an-

1) DESHAYES in TODD's Cyclopaedia of Anatomy. Vol. I. 1836. Artikel Conchifera p. 716.

2) L. AGASSIZ. Memoires sur les Moules des Mollusques vivans et fossiles. I. Neuchâtel 1839, p. 13—18.

3) Nach Angabe STEENSTRUP's. Die betreffende Literatur ist mir momentan nicht zugänglich.

4) R. GARNER. On the anatomy of the Lamellibranchiate Conchifera. Transact. of the zool. Soc. of London. Vol. II. 1841. p. 87.

5) J. STEENSTRUP. Om Anomias Stilling til Muslingerne og Terebratulerne. Oeversigt over Vidensk. Selskabs Forhandl. 1848, p. 86—90.

schliesst, und schon deshalb nicht für ein Uebergangsglied zu den Brachiopoden gelten kann, weil die letzteren nichts mit den Muscheln gemein haben und überhaupt nicht zu den »Mollusken« gerechnet werden können. Nachdem dann Lacaze-Duthiers [1]) eine sorgfältige anatomische Untersuchung der Anomia veröffentlicht, und Morse [2]) auf einige wichtige Verhältnisse in der postembryonalen Entwicklungsgeschichte derselben Gattung aufmerksam gemacht hatte, konnte darüber kein Zweifel mehr obwalten, dass Anomia nichts anderes ist, als eine besonders modificirte Ostreacee, welche u. a. mit Ostrea übereinstimmt in dem Fehlen der Durchbohrung des Herzens durch den Mastdarm, und die mit Placuna den gänzlichen Mangel eines Herzbeutels theilt. Mit letzterer Gattung theilt Anomia [3]) auch die Lage der Geschlechtsdrüse im Mantel der rechten Seite. Während aber die besonderen Verhältnisse von Anomia, soweit sie sich auf Mantel, Kiemen, Fuss etc. beziehen, dem Verständnisse keine wesentlichen Schwierigkeiten bereiten, steht das anders mit der Muskulatur und dem eigenthümlichen Schliessknöchelchen (ossiculum) nebst den dasselbe producirenden Theilen, und sie sind es daher auch, welche in den folgenden Zeilen besondere Berücksichtigung finden sollen.

Um das Verhalten der Muskulatur besprechen zu können, schicke ich zunächst eine Beschreibung der Muskeleindrücke voraus. Von den beiden Schalen der Anomia ist die rechte flach, und sie ist es auch, welche die Durchbohrung resp. den Ausschnitt trägt. Die linke Schale ist gewölbt; in ihr finden sich vier Muskeleindrücke (cf. Fig. 1), ein kleinerer in der Spitze nahe dem Ligamente und drei grössere dicht nebeneinander stehende, welche auf einem gemeinsamen Felde sich befinden, das in Bezug auf Farbe und Glanz bald mehr, bald minder deutlich sich von den übrigen Theilen der Schale unterscheidet, und wohl in Beziehung steht zur Anheftung des Mantels. Von diesen vier Muskeleindrücken dient der vorderste, dicht am Schloss gelegene (*Ra* Fig. 1), einem Retractor des Fusses zum Ursprunge, und es ist daher nie bezweifelt, dass dieser Eindruck einem Musc. retractor anterior pedis angehört. Er existirt nur linkerseits. In der rechten Schale

1) Lacaze-Duthiers. Mémoire sur l'organisation de l'Anomie (Anomia ephippium). Annales d. sc. nat. IV. Ser. Zool. Tom. II. 1854. p. 5—35. Pl. I. u. II.

2) E. S. Morse. On the systematic position of the Brachiopoda. Proceed. of the Boston Soc. of Nat. hist. Vol. XV. 1873 p. 362—365 (als Auszug aus einer kleinen Abhandlung on the relations of Anomia. Ibid. Vol. XIV. p. 152).

3) cf. über Anatomie von Anomia und Placuna P. S. Woodward. Description of the animals of certain Genera of Conchifera. Ann. and mag. of nat. hist. Vol. XVI. 1855. p. 22—27.

findet sich nur ein einziger nahezu central gelegener Muskeleindruck (*Ap* Fig. 2), von welchem ein Schliessmuskel entspringt, welcher in der linken Schale seine Insertion hat, in demjenigen Eindrucke (*Ap* Fig. 1), der am weitesten vom Schlosse entfernt und am meisten nach rechts und hinten gelegen ist. Dass dieser Muskel ein Schliessmuskel sei, und zwar der hintere, ist daher nie bezweifelt worden. Es geht das auch hervor aus seiner Beziehung zum Mastdarme, der wie gewöhnlich über und nach hinten von ihm gelegen ist, sowie aus seiner Innervation vom Visceralganglion [1]). Schwer zu deuten sind nur die zwei anderen in der linken Schale befindlichen Eindrücke, deren entsprechende Muskel sich beide an das Schliessknöchelchen festsetzen. Die meisten Autoren, zumal die neueren, bringen diese beiden Muskel in Beziehung zu dem hinteren Fussmuskel, dem Retractor posterior, resp. auch zu demjenigen Theile desselben, welchen sie als »Byssusmuskel« bezeichnen. Bevor ich mich zur Discussion dieser Theile wende, müssen einige beschreibende Bemerkungen vorausgeschickt werden. Von den beiden neben einander entspringenden und an das Schliessknöchelchen sich fixirenden Muskeln ist der vordere und obere (*Rpl* Fig. 1), also näher dem Schlosse liegende, bedeutend grösser als der andere. Diese grössere Portion unterscheidet sich auch ihrem Aussehen und ihrer histologischen Zusammensetzung nach wesentlich von der anderen, indem sie nämlich von bläulichweisser glänzender Farbe ist, indess die andere kleinere Portion (*Rpm* Fig. 1) ebenso wie die übrige Muskulatur ein mehr blassgelbliches Aussehen hat.

Eine solche Differenzirung in einen festen Theil von bläulich weisser, und einen weicheren von gelblich grauer Farbe findet sich sehr allgemein in dem hinteren Schliessmuskel der Muscheln. Es ist dieses Verhalten bisher zu wenig beachtet worden, und es erklärt sich daraus auch die irrige früher zuweilen ausgesprochene Ansicht, wonach der eine aus zwei Theilen zusammengesetzte Schliessmuskel der Monomyarier den beiden Adductoren der Dimyarier entsprechen solle. Um über das physiologische Verhalten der beiden Portionen mir klar zu werden, habe ich im Herbste vorigen Jahres in der k. k. österreichischen zoologischen Station in Triest Experimente angestellt mit Pecten varius und glaber, bei welchen der Verschluss der Schale nur auf Rechnung des grossen Adductor (*Apl* und *Apm* Fig. 7) kommt. Nimmt man ein frisches Individuum aus dem Wasser und lässt es einige Zeit im Trockenen liegen, so dauert es nicht lange bis die Schalen klaffen und schliesslich weit offen stehen. Das Thier ist jedoch noch vollkom-

1) Bekanntlich wird bei den Muscheln der hintere Adductor vom Visceralganglion, der vordere vom Cerebralganglion aus innervirt.

men lebensfähig; reizt man es durch einen Nadelstich, so schliesst es rasch auf kurze Zeit die Schalen, und bringt man es ins Wasser zurück, so erholt es sich binnen kürzester Zeit. Man hat daher in diesem Stadium des Klaffens der Schalen einen sehr geeigneten Zeitpunct zum Operiren. Durchschneidet man nun die gelblichgraue Portion des Adductor, so contrahirt sich die andere auf äussere Reize nur sehr wenig und langsam, andererseits aber tritt auch keine Abschwächung der Kraft ein, mit welcher die Schalen bei dem nur bis zu einer gewissen Grenze gehenden Klaffen noch zusammengehalten werden. Bringt man das Thier in frisches Wasser, so erholt es sich nach einiger Zeit wieder ganz; einem gewaltsamen Oeffnen der Schalen durch Auseinanderreissen derselben setzt es denselben Widerstand entgegen, wie ein völlig intactes frisches Thier. Ganz anders ist das Verhalten eines Thieres, bei welchem man die weisse Portion durchschnitten hat. Sucht man nun, sei es gleich oder nachdem man das Thier zuvor in Wasser sich wieder hat erholen lassen, die beiden Schalen voneinander zu reissen, so gelingt das unschwer. Bringt man das Thier nicht mehr ins Wasser, sondern lässt es im Trockenen, so klaffen die Schalen so weit als das nur angeht. Von Zeit zu Zeit sieht man das Thier einen Versuch machen, die Schalen zu schliessen, indem es durch Contraction des Muskels, oft mehrmals hinter einander, rasch die beiden Schalen einander nähert, aber nur für wenige Momente, indem der starke Zug des zum Oeffnen der Schalen dienenden Ligamentes zu mächtig ist, um von dem Thiere länger als ganz vorübergehend überwunden werden zu können. Es ist leicht, an dem Muskel die von Zeit zu Zeit auftretenden, ausserordentlich schnell vor sich gehenden — oft 3—4 oder mehr in der Secunde — Contractionen zu sehen, und man kann sie jederzeit willkürlich veranlassen durch Nadelstiche in den Muskel. Derartige rasche Contractionen treten nie ein an Thieren, bei welchen die weisse Portion allein noch persistirt. Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass die gelblichgraue Portion des Adductor die eigentlich muskulöse ist, auf deren Rechnung die lebhaften Contractionen zu setzen sind, durch welche das Thier die Schalen rasch schliessen und damit dann auch die bekannte Ortsbewegung erzielen kann. Ganz anders steht es mit der festen weissen Portion. Sie contrahirt sich nur langsam, ihre Rolle ist mehr die einer Sehne, welche dem Ligamente, das beständig die Schalen zu öffnen trachtet, als Antagonist entgegenwirkt. Will das Thier die Schalen längere Zeit geschlossen halten, so fällt diese Aufgabe der weissen ligamentösen Portion zu, will das Thier nur vorübergehend aber rasch die Schale schliessen, so tritt die gelblichgraue muskulöse Portion in Function.

Diese muskulöse Portion des Adductor ist es also auch, welche das eigenthümliche Schwimmen oder Springen von Pecten vermittelt. Unter den vielen überraschenden biologischen Beobachtungen, welche dem am Mittelmeere weilenden Zoologen sich aufdrängen, ist eine der interessantesten, gewiss Jedem unvergessen, der sie einmal gemacht, das Schwimmen von Pecten. Unversehens erhebt sich von den in dem Aquarium am Boden ruhenden Exemplaren von Pecten eines, um durch rasch aufeinander folgende schnelle Schliessungen der Schalen sich in unberechenbaren Zickzacklinien durch das Aquarium zu bewegen, und dann nach mehreren Secunden wieder auf dem Boden zur Ruhe zu gelangen. Das Auffallendste dabei ist der Umstand, dass das Thier dabei sich vorbewegt mit nach vorn gerichtetem freiem, d. h. dem Ligamente entgegengesetzten, Rande. A priori erwartet man doch, dass bei dem Zusammenklappen der Schale in Folge des Rückstosses durch das ausgetriebene Wasser derjenige Theil der Schale nach vorn gelange, an welchem kein Wasser ausströmt, nämlich die Seite an der das Ligament liegt, und doch zeigt die Beobachtung das Gegentheil. Der Widerspruch erklärt sich, sobald man die geschlossenen Schalen von der Seite betrachtet. Man sieht dann (Fig. 8), wie jederseits die Seitenränder dicht am Ligamentrande eine Ausbuchtung besitzen, in Folge deren daselbst die Schalen nicht geschlossen sind, sondern eine weite spaltförmige Oeffnung [1]) besitzen, aus welcher beim Schlusse der Schale das Wasser unter starkem Drucke ausströmt. Es wird dadurch leicht verständlich, dass der vom Ligament am weitesten abstehende Rand der Schalen bei der Bewegung nach vorn gerichtet sein muss. Diese leicht sich darbietende Erklärung ist schon von Fischer [2]) richtig vorgetragen worden. Wahrscheinlich liefert diese Ortsbewegung auch den Schlüssel für die gerade bei Pecten ja besonders auffällige hohe Entwickelung der Augen am Mantelrande. Da die Nahrung bei allen Muscheln aus feinsten Theilen organischer Masse besteht, welche fast überall mit dem Athemwasser zum Munde hingestrudelt werden, so kann der Besitz von Augen am Mantelrande der Muscheln nicht in Beziehung gebracht werden zur Nahrungsaufnahme. Es werden vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach diese Augen zur Wahrnehmung von

1) Eigentlich sind es zwei, denn, wie auch unsere Figur 7 und 8 bei x zeigt, es finden sich am Rande der Schalen jederseits zwei entsprechende in der Ruhe aufeinander liegende Höckerchen, so dass das Wasser sowohl vor als hinter ihnen austritt. Es handelt sich darin offenbar um eine das Zerbrechen der Schalen beim raschen heftigen Schliessen verhindernde Schutzeinrichtung.

2) P. Fischer · Note sur la natation du Pecten maximus. Journ. de conchyl. Tom. XVII 1869, p. 121—123. cf. auch Crosse: Ibidem Tom. XVI 1868, p. 6.

Feinden dienen, und es hat dann nichts überraschendes, wenn man solche Augen gerade bei denjenigen Gattungen besonders entwickelt findet, welche frei, d. h. nicht tief in Sand vergraben leben, und welche die Fähigkeit rascher Ortsbewegung besitzen. Dass gerade bei diesen nicht mit Siphonen versehenen, aber mit der Fähigkeit ausgedehnter Ortsbewegung begabten Muscheln Augen in höchster Entwicklung sich finden, scheint mir zumal deshalb kein Zufall zu sein, weil sich eben solche Augen auch bei einer ganz anderen Gruppe von Muscheln finden, nämlich bei vielen Cardiaceen[1]. Diese Thiere sind aber gleichfalls mit der Gabe einer ausgiebigen Ortsbewegung versehen, wenn auch in anderer Weise; es ist nämlich bei ihnen, wie auch bei den Trigoniaceen, der lange im Winkel geknickte Fuss zum Springen befähigt. Bezüglich der Feinde, an welche man dabei zu denken hat, ist besonders daran zu erinnern, dass viele proboscidifere Arthrocochliden mit ihrem Rüssel Muscheln anbohren, um sie auszusaugen oder zu fressen. Es ist aus den Erfahrungen der französischen Austerculturen hinreichend bekannt, ein wie gefährlicher Feind derselben Murex erinaceus[2] ist! Festgewachsene Muschelthiere sind natürlich solchen Insulten besonders stark ausgesetzt. Sie haben einen Schutz nur in der gerade bei den festliegenden oder angewachsenen Muscheln oft enormen Dicke der Schalen. Die mit Sipho versehenen Muscheln sind von dieser Gefahr nicht bedroht, da sie in der Tiefe des Sandes oder Schlammes festsitzend nur durch die langen ganz retractilen Siphonen den Verkehr mit dem Wasser unterhalten. Wo sich bei ihnen Augen finden, stehen dieselben auf der Spitze der Siphonen. Für ein von einer Arthrocochliide angegriffenes Individuum von Pecten genügt eine kurze Thätigkeit der Schalen, um dasselbe dem Gesichtskreise der langsam kriechenden Schnecke zu entführen.

In histologischer Beziehung stellt sich das Verhältniss so, dass der musculöse Theil aus den bekannten glatten Faserzellen besteht, bei welchen die contractile Substanz peripher gelagert ist, indessen die Achse von einem körnigen Protoplasma gebildet wird, in welchem auch der Kern liegt. Wo bei Muscheln im Schliessmuskel Querstreifung auftritt, wie es ja gerade auch von Pecten bekannt ist, da findet sich dieselbe nur in dem muskulösen Theile, nie im ligamentösen. Der letztere

1) Dass auch bei Cardium wie bei vielen anderen Muscheln Augen vorkommen, war schon bekannt. Bei Cardium papyraceum Ch., subretusum Sow. und crassum Gm. fand ich aber Augen, die ebenso auffallend entwickelt waren, wie bei Pecten, und durch ihre bedeutende Grösse sofort auffielen.

2) cf. darüber u. a. Fischer: Note sur les moeurs des Murex erinaceus. Journ. de Conchyl. Tom. XIII. 1865. p. 5—8.

zeigt in histologischer Beziehung ein ganz anderes Verhalten. Die einzelnen Muskelfasern dieser Portion sind fibrillär gebaut, in so exquisiter Weise, dass man fast eine Nervenfaser vor sich zu haben wähnen könnte. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem einen und dem anderen Typus besteht darum doch nicht. Ich muss in dieser Beziehung auf meine Abhandlung zur Anatomie von Chiton[1]) verweisen, wo ich darauf aufmerksam gemacht habe, dass die sog. Querstreifung in den Muskelfasern der Schlundkopfmuskulatur bei Chiton und den Arthrocochliden in Wahrheit nichts ist als eine exquisite Fibrillenbildung. Dabei ist jedoch innerhalb der Fibrille die anisotrope Substanz in regelmässiger Weise durch Theile isotroper Substanz unterbrochen, während in den Fibrillen im ligamentösen Theile des Adductor der Muscheln eine solche Scheidung nicht eingetreten ist. Im muskulösen Theile des Schliessmuskels findet sich kein Zerfall in Fibrillen.

Was nun die Verbreitung betrifft, in der die Scheidung der Muskeln in eine muskulöse und eine ligamentöse Portion bei den Muscheln vorkommt, so findet sie sich allgemein bei den Monomyariern im hinteren Adductor und in demselben Muskel auch bei sehr vielen Dimyariern. Bei den letzteren findet sie sich zuweilen auch im vorderen Schliessmuskel[2]). Nie erscheint aber eine solche Differenzirung in den Retractoren. Die einzige Ausnahme, welche letzterer Satz erleidet, ist Anomia, wo eben, meiner Meinung nach, die beiden an das Schliessknöchelchen tretenden Muskeln nichts anderes sind als die beiden Portionen des Retractor pedis posterior. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung liefert die Entwicklungsgeschichte. Bei Untersuchung ganz kleiner Anomien fand ich linkerseits an Stelle der beim erwachsenen Thiere ziemlich nahe bei einander entspringenden drei Muskeln deren nur zwei. Das Verhalten des Adductor war das gleiche, aber an Stelle der zwei an das Schliessknöchelchen tretenden Muskeln fand sich nur ein einziger. An diesem war aber schon (cf. Fig. 9) die Zusammensetzung aus zwei Portionen, einer muskulösen und einer ligamentösen zu erkennen. Beide Portionen sind aber noch innig mit einander verschmolzen und erst im Verlaufe des weiteren Wachsthumes werden sie selbständig und entfernen sich von einander. Bei der Anomia sehr nahe stehenden Gattung Placunanomia, bei welcher das flache Schliessknöchelchen fest mit der Schale verschmilzt, finden sich

1) H. v. Ihering, Zur Anatomie von Chiton. Morphol. Jahrb. Bd. IV 1878, p. 128.

2) Eine ausführliche Mittheilung meines ausgedehnten Materiales zur vergleichenden Anatomie, speciell auch der Muskulatur, der Muscheln behalte ich mir für eine andere Stelle vor.

jederzeit nur zwei Eindrücke im Centrum der linken Schale, indem der Retractor posterior nur eine einfache Narbe erzeugt, nicht eine doppelte wie bei Anomia. So repräsentirt darin Placunanomia dauernd eine Stufe, welche bei Anomia früh durchlaufen wird. Uebrigens finden sich auch bei den verschiedenen Arten von Anomia erhebliche Differenzen bezüglich des Grades, bis zu dem die beiden Portionen des Retractor sich von einander entfernen. Bei Anomia squama Gm. fand ich nur einen einfachen Muskel wie bei Placunanomia.

Der Adductor von Anomia, der immer als einfach beschrieben wurde, bietet die gleiche Scheidung in zwei Portionen dar. Es ist aber die ligamentöse ziemlich klein. Sie ist innig mit der anderen verschmolzen und liegt wie gewöhnlich am meisten nach hinten und unten gegen den Mastdarm hin. Was den Retractor anterior betrifft, so findet sich derselbe nur linkerseits. Der rechte fehlt, ist verkümmert. Es ist das wieder eines der besonderen nur Anomia zukommenden Merkmale. Uebrigens sollen darin nicht alle Arten von Anomia übereinstimmen, indem nämlich Woodward [1]) angiebt, bei Anomia pernoides aus Californien existire auch in der rechten Schale der Eindruck des Retractor anterior.

Die hier betreffs der Deutung der Muskulatur vertretene Ansicht steht hinsichtlich mehrerer Puncte in Widerspruch mit den bis jetzt geltenden Anschauungen. Die meisten Autoren sehen, wie schon erwähnt, in den beiden Portionen des Retractor posterior zwei verschiedene Muskeln, indem sie nur den einen derselben als Retractor gelten lassen, den anderen aber als sog. Byssusmuskel betrachten. Nun ist aber bezüglich des letzteren zu bemerken, dass der Begriff des Byssusmuskel überhaupt nicht haltbar ist. Wer zahlreiche Vertreter der Mytilaceen auf ihre Muskulatur untersucht hat, wird nicht in Gefahr kommen, dieser älteren gänzlich verfehlten und unwissenschaftlichen Eintheilung sich anzuschliessen, er wird vielmehr erkennen, wie der ausserordentlich grosse, häufig sehr in die Länge gestreckte Retractor posterior bald als ein einziger Muskel erscheint, indem die Bündel desselben alle dicht neben einander entspringen, bald aus einer grossen Anzahl mehr oder minder weit von einander getrennter Bündel besteht, die also selbständig entspringen, in Verlauf und Insertion sich aber ebenso verhalten, wie die einzelnen Bündel des ungetheilt entspringenden einfachen Retractor. Ein Theil der Bündel inserirt sich rings um die Byssusdrüse, andere treten in die Masse des Fusses ein. Selbst wenn man nun aber auch daran festhält, dass der sog. Byssus-

1) S. P. Woodward: A Manuel of the Molluska. II. Edition. London 1871. p. 409.

muskel der Autoren nichts anderes ist als ein Theil des Retractor posterior, so ist es doch keinesfalls statthaft, dementsprechend die beiden Portionen des Retractor posterior von Anomia zu deuten. Die Bündel des sog. Byssusmuskel verhalten sich in histologischer Hinsicht immer ganz so wie diejenigen des Rückziehers des Fusses. Bei Anomia aber handelt es sich, wie oben nachgewiesen wurde, um eine histologische Differenzirung innerhalb eines einzigen Muskels, der bei jungen Anomien noch nicht in zwei selbständige Schenkel zerfallen ist, und bei Placunanomia zeitlebens ein einfacher Muskel bleibt.

Aber noch in einer anderen Beziehung ist die von den Autoren vertretene Auffassung nicht haltbar. Steenstrup und Lacaze-Duthiers glaubten zur Erklärung für die bei Anomia bestehenden Verhältnisse namentlich die Gattung Pecten heranziehen zu dürfen, wo die Anordnung der Muskulatur Besonderheiten darbietet, die man freilich leicht in Versuchung kommen kann für die Deutung der Muskeln von Anomia zu verwerthen. Es finden sich bei Pecten (Fig. 7) in der linken Schale, wenn wir im Folgenden von dem Retractor anterior absehen, drei Muskeleindrücke gegen zwei in der rechten, so dass also auch da rechterseits weniger Eindrücke von Muskeln sich finden wie links. Die Verhältnisse sind jedoch ganz andere. Von den bezeichneten drei Muskeleindrücken der linken Schale gehören zwei dem Adductor posterior an (*Apl* und *Apm* Fig. 1), dessen dicht zusammenliegende ligamentöse und muskulöse Portion sie darstellen. Der dritte ist derjenige des Retractor posterior, von welchem nur der links entspringende Schenkel existirt[1]), indem der rechte fehlt. In derselben Art nun soll nach der Meinung der genannten Autoren auch bei Anomia nur der linke Retractor posterior entwickelt sein, dessen Bündel sich dann an das von ihnen als Byssus gedeutete Schliessknöchelchen ansetzen. Die Frage, ob diese Auffassung richtig sei, konnte wohl wesentlich nur mit Hülfe der Entwicklungsgeschichte beantwortet werden. Es zeigte sich nun bei Untersuchung ganz junger Anomien, dass der Fuss da noch nicht in dem Maasse ein rudimentäres Organ ist, wie bei dem ausgewachsenen Thiere, und dass daher die Beziehung der Retractoren des Fusses zu diesem noch deutlicher ausgesprochen ist, indem einzelne Bündel derselben in den Fuss eintreten. Bezüglich des Retractor posterior zeigt sich, dass er ein grosser, den Körper durchsetzender Muskel ist, auf welchem in der Medianlinie der Fuss gleichsam reitet. Von

1) So bei allen Untergattungen von Pecten mit Ausnahme der Gattung Vola Klein, wo auch der linke Schenkel noch fehlt, so dass also der Retr. post. ganz hinweggefallen ist. So sah ich es bei Vola (Pecten) maxima und jacobaea. Dieser wichtige Character ist künftig in die Gattungsdiagnose aufzunehmen.

einer einseitigen Entwicklung des linken Schenkels ist weder zu dieser Zeit, noch später die Rede. Der einzige Unterschied zwischen beiden Hälften des Retractor posterior ist der, dass linkerseits die Ursprungsstelle desselben vom Mantel überzogen ist, während rechts das nicht der Fall ist, indem die Seitenwand des Körpers, in der sich der Ursprung des Muskels findet, nicht von dem höher oben entspringenden und einen Ausschnitt bildenden Mantel überzogen ist. Aus diesem Grunde ist es nicht statthaft, die Muskulatur von Pecten mit derjenigen von Anomia zu vergleichen, da bei Pecten von den beiden sonst sich findenden Schenkeln des Retractor posterior nur der eine, der linke, vorhanden ist.

Es sind mithin bei Anomia beide Schenkel des Retractor posterior, der rechte so gut wie der linke vorhanden und stark entwickelt. Da jedoch der Fuss einen kleinen rudimentären Anhang darstellt, so ist die Beziehung des grossen Retractor posterior zum Fusse fast ganz verloren gegangen, es hat derselbe eine andere Verwendung gefunden, indem er in Beziehung getreten ist zu dem Schliessknöchelchen. Ebenso steht es mit dem Retractor anterior, welcher bei jungen Thieren fast ganz in den Fuss tritt, während er sich bei alten an das Ossiculum ansetzt. Indem so der Retractor posterior pedis die Beziehung zu dem rudimentär gewordenen Fusse fast ganz verloren hat und den Körper von einer Seite zur anderen quer durchsetzt, gewinnt er ganz das Aussehen eines Adductor. Die Aehnlichkeit wird zu einer completen bei Placunanomia, wo das niedrige Schliessknöchelchen ganz mit der Schale verwachsen ist, so dass dann der betreffende Muskel nur zur Annäherung resp. Schliessung der Schalen dient. Der Retractor posterior pedis von Placunanomia ist seiner Function nach ein Adductor. Es ist daher begreiflich genug, dass von vielen Autoren die Theile des Retractor posterior von Anomia als Adductoren gedeutet sind. Nach der Angabe von Cuvier [1]) und Blainville [2]) hat Anomia nur einen aus drei Portionen bestehenden Adductor, von dem ein Theil durch das Loch der rechten Schale tritt. Nach v. Siebold [3]) und Leach [4]) dagegen würde Anomia drei Adductoren haben, welcher Umstand Leach veranlasste, für Anomia eine besondere Ordnung der Trimya aufzustellen, welche er den Monomya und Dimya entgegensetzte. So lange in der

1) Cuvier. Das Thierreich. Deutsch von F. S. Voigt. 1834. Band III. p. 456.

2) D. de Blainville. Manuel de Malacologie. Paris 1825. p. 519.

3) C. Th. v. Siebold. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. 1848. p. 251.

4) W. E. Leach. A synopsis of the Mollusca of Great Britain. London 1852. p. 353.

vergleichenden Anatomie die Function in besonderem Grade Berücksichtigung fand, war diese Auffassung durchaus zu billigen. Seitdem sich aber die vergleichende Anatomie von dem Einflusse der Physiologie emancipirt und zu einer rein morphologischen Wissenschaft entwickelt hat, kann die Identität der Function nicht mehr als ein massgebender Factor bei Ermittlung von Homologieen anerkannt werden. Der accessorische Adductor von Placunanomia entspricht nach seiner Lage und Insertion dem Retractor posterior der übrigen Monomyarier, und ist daher ihm homolog zu erachten, trotzdem er die Function eines Schliessmuskels übernommen hat. Wir haben also bei Anomia einen hinteren Adductor, der eine Differenzirung in zwei Portionen aufweist, einen nur links vorhandenen vorderen Retractor pedis und endlich einen hinteren Retractor pedis, welcher sowohl den linken wie den rechten Schenkel besitzt und eine Differenzirung in zwei Portionen, die ligamentöse und die muskulöse erlitten hat.

Darf ich hoffen die Deutung der Muskulatur von Anomia hiermit endgültig behandelt zu haben, so steht das anders mit dem eigenthümlichen Schliessknöchelchen, trotzdem ich gerade in diesem Puncte im Stande bin, wesentliche neue Thatsachen mitzutheilen. Ich wende mich gleich zur Beschreibung des genannten Gebildes, sowie desjenigen Organes, welches dasselbe erzeugt. Das Schliessknöchelchen (Fig. 6) ist ein Körper von ovalem Querschnitte, der eine grössere freie untere Fläche besitzt, durch welche er an fremde Körper befestigt ist und eine minder grosse obere, welche dem Retractor posterior zur Anheftung dient. Untersucht man ein frisch vom Thiere vorsichtig abgelöstes Ossiculum, so sieht man die obere Fläche desselben gebildet von ziemlich hohen, feinen, in der Längsrichtung verlaufenden Falten, die in grösserer Zahl wie die Blätter eines Buches nebeneinander stehen. Bei histologischer Untersuchung erkennt man, dass diese Lamellen aus einer sehr resistenten structurlosen Substanz bestehen. Entkalkt man das Schliessknöchelchen in verdünnter Chromsäure, so bemerkt man wie dasselbe in seiner ganzen Masse von diesen Lamellen gebildet resp. durchzogen wird. Es besteht also das Ossiculum aus einer grossen Anzahl von vertical gegen das Thier stehenden cuticularen Lamellen [1], welche durch kohlensauren Kalk untereinander zu einem festen Gebilde vereint sind. Einmal mit diesen Verhältnissen vertraut, erkennt man auch schon äusserlich am Ossiculum die diesen Lamellen entsprechenden Linien. Löst man an einem in Weingeist gut conservirten

1) Diese Zusammensetzung des Ossiculum aus Lamellen ist schon angegeben bei Johnston, Einleitung in die Conchyliologie. Uebers. v. Bronn 1853. p. 141 Anm., nach Mittheilung von J. E. Gray.

Thiere das Schliessknöchelchen ab, so sieht man wie die einzelnen Lamellen mit ihrem freien Saume hineinragen in die Vertiefungen eines besonderen Faltenorganes, welches sonderbarer Weise bisher nie beschrieben oder abgebildet worden ist. Hat man das Thier nach Entfernung der rechten Schale und des Ossiculum frei gelegt (Fig. 3), so sieht man den Mantel in seiner ganzen Ausdehnung an der rechten Seite vor sich. Er entspringt da viel höher oben am Körper wie links und zieht sich nach vorn in einen langen schmalen Zipfel aus, welcher um das Faltenorgan sich herumlagert. Da es die Mantelfläche ist, welche die Schale absondert[1], so ist es begreiflich, dass entsprechend diesem Verhalten des Mantels die Schale ein Loch resp. einen Ausschnitt besitzt. In diesem nun tritt die Seitenwand des Körpers frei zu Tage, d. h. also nicht überzogen vom Mantel. Diese Partie der Seitenwandung des Körpers, unter welcher der Retractor posterior endet, ist nun in das oben erwähnte Faltenorgan (*Fa* Fig. 3) umgebildet. Es besteht dasselbe aus einer feinen ringsherum laufenden Membran, welche dem Rande einer Schüssel vergleichbar, die äussere Begrenzung des Organes bildet. Der obere Rand dieser Ringmembran (Fig. 4 *m*), welche vielleicht mit dazu dient, im Verlaufe des Wachsthumes durch Resorption der Schale den Ausschnitt entsprechend zu erweitern, legt sich an den freien Rand des Mantels an. Im Grunde des Faltenorganes stehen in der Richtung vom Ligamente der Schale gegen deren entgegengesetzten freien Rand zahlreiche Falten, deren Zahl sich auf ungefähr 50 belaufen mag. Die freie Fläche dieser Falten wird von einem Epithele flacher Zellen gebildet, welche scharf gegen einander sich abgrenzen und 0,014—0,02 Mm. gross sind. Figur 5 stellt einen durch den Körper von Anomia gelegten Schnitt dar, an welchem das Faltenorgan quer gegen die Richtung der Falten durchschnitten ist. Die Höhe der Falten beträgt 0,5—0,6 Mm., dann folgt eine hellere Zwischenschicht von 0,20 Mm. Ausdehnung und dann die Masse des Retractor posterior, dessen Dicke zu 1,15 Mm. bestimmt wurde. Ein grosser Theil der Muskelfasern endet unterhalb des Faltenorganes, doch ragen auch manche Muskelzüge in die Falten hinein.

1) Man wird hieran kaum zweifeln können, trotz des lebhaften Widerspruches, der neuerdings dagegen erhoben wurde von W. v. NATHUSIUS-KÖNIGSBORN (cf. dessen »Untersuchungen über nicht celluläre Organismen«. Berlin 1877, p. 46 ff.). NATHUSIUS meint, ein in die Schale gebrochenes Loch werde nicht vom Mantel her verschlossen, sondern verwachse durch selbständige Wucherung der Schale. Der Umstand, dass bei Anomia die Schale so genau der Ausdehnung des Mantels entspricht, ist kein geringer Einwurf gegen die Ansichten von NATHUSIUS, auf deren Kritik ich mich an dieser Stelle nicht einlassen kann.

Eine Beschreibung des Faltenorganes, trotzdem es kaum zu übersehen, habe ich nirgends finden können. Es erklären sich aus diesem Umstande wohl einige der Irrthümer, welche hinsichtlich der Deutung des Ossiculum begangen wurden, das früher allgemein als eine dritte Schale aufgefasst wurde, daher denn Anomia bei den Multivalvia stand. Die Angaben der Autoren lauten zumeist einfach dahin, dass der Retractor posterior an seinem freien — rechten — Ende an das Ossiculum trete, resp. dasselbe erzeuge. LAMARCK[1]) und PHILIPPI[2]) hielten das Ossiculum für die verkalkte Sehne des bezeichneten Muskel. Es ist jedoch dabei übersehen, dass der betreffende Muskel an seinem rechten Ende nicht frei an das Schliessknöchelchen tritt, sondern überzogen wird von dem hier zum Faltenorgane entwickelten Epithele der Seitenwandung des Körpers. STEENSTRUP, LACAZE-DUTHIERS u. a. deuteten das Ossiculum als einen verkalkten Byssus, ohne dass sie jedoch zu diesem Byssus eine entsprechende Byssusdrüse nachgewiesen hätten. Der Bau des Ossiculum steht ganz in Einklang mit dieser Deutung, da ja auch der Byssus von Arca eine solide aus Lamellen zusammengesetzte Masse darstellt. Andererseits ist von MORSE nachgewiesen worden, dass die Embryonen von Anomia, wie schon FORBES and HANLEY erwartet hatten, einen feinen Byssusfaden besitzen. Damit ist aber nicht gesagt, dass aus diesem echten im Fusse erzeugten Byssusfaden das Faltenorgan des erwachsenen Thieres hervorgehe, was MORSE (l. c.) ohne Weiteres anzunehmen scheint. Die Byssusdrüse[3]) ist eine im Inneren des Körpers gelegene Drüse, welche in der Medianlinie sich nach aussen öffnet. Das Ossiculum von Anomia aber wird an der rechten Seite des Körpers erzeugt von der äusseren Begrenzung des Körpers, welche daselbst in Falten erhoben ist. Die Verhältnisse sind so verschieden, dass man kein Recht hat, ohne Weiteres das Faltenorgan als Byssusdrüse zu

1) LAMARCK, Animaux sans vertèbres. II. ed. T. VII. p. 272 (nach LACAZE-DUTH.).

2) R. A. PHILIPPI, Enumeratio Molluscorum Siciliae. Berolini Vol. II. 1844. p. 92.

3) Die Ansicht von LEYDIG (Lehrbuch der Histologie 1857. p. 140), wonach die Byssusfäden chitinisirte Muskelfasern seien, dürfte wohl von Niemanden mehr vertheidigt werden, der genauer mit anderen histologischen Hülfsmitteln die Frage geprüft hat. Dass letzteres nicht der Fall ist mit W. v. NATHUSIUS (l. c. p. 72) stellt er selbst nicht in Abrede. NATHUSIUS schreibt dem Byssus einen fibrillären Bau zu und lässt die Fasern in diejenigen des Körpers übergehen, da eine Byssusdrüse nicht existire. Doch ist es an passenden Schnitten sehr leicht, letztere zu demonstriren. Sie besteht aus zahlreichen parallelen durch Septen getrennten Taschen, in denen die Lamellen des Byssusstammes entstehen. Die an diesen Stamm angehefteten Byssusfäden haben einen anderen Ursprung. Ich glaube die entsprechenden Drüsen, als ich vor vier Jahren diese Untersuchungen anstellte, in die Byssusrinne des Fusses mündend gefunden zu haben, doch gelangten meine Untersuchungen hierüber damals nicht zum Abschlusse.

deuten. Der Umstand, dass Anomia im Embryonalleben einen Byssusfaden spinnt, hat natürlich gar keine Bedeutung, denn das Vorhandensein des Byssusfaden bei den Embryonen von Muscheln ist ein ganz allgemeines, gleichviel ob die betreffenden Thiere im erwachsenen Zustande mit Byssus versehen sind oder nicht. Die Möglichkeit, dass bei Anomia so wunderbare Verschiebungen, Wanderungen etc. eintreten könnten, dass in der That das Faltenorgan aus der Byssusdrüse hervorginge, kann a priori nicht bestritten werden, und es wird diese Frage so lange als eine offene gelten müssen, als nicht die Entwicklungsgeschichte von Anomia hierauf untersucht ist. Wahrscheinlicher ist es aber jedenfalls, dass die Byssusdrüse bei Anomia in ihrer Existenz auf das Embryonalleben beschränkt ist und bald nachher zu Grunde geht, während das Faltenorgan und somit auch das Schliessknöchelchen ein besonderes nur Anomia zukommendes Gebilde repräsentirt.

Um zum Schlusse die wesentlichsten Resultate zusammenzufassen, so würden dieselben lauten:

1) Die Schliessmuskeln der Muscheln, besonders der hintere, erleiden vielfach eine Differenzirung in zwei morphologisch und physiologisch verschiedene Theile, einen muskulösen und einen ligamentösen. Letzterer bewirkt als Antagonist des Schalenligamentes den anhaltenden Schluss der Schalen, ersterer besorgt die plötzliche rasche Schliessung derselben. Die muskulöse Portion besteht aus glatten Muskelfasern, in denen zuweilen mehr oder minder deutlich Querstreifung auftritt. Die Muskelfasern der ligamentösen Portion zeigen stets einen exquisiten fibrillären Bau.

2) Eine solche Differenzirung in eine ligamentöse und eine muskulöse Portion findet sich bei Anomia, und nur bei ihr, auch im Retractor posterior pedis, welcher sich an das Schliessknöchelchen anheftet. An dem genannten Muskel sind beide Schenkel oder Hälften, die rechte so gut wie die linke entwickelt.

3) Das Schliessknöchelchen ist das Product eines besonderen, an der rechten Seite des Körpers gelegenen »Faltenorganes«, welches nach Bau und Lage nicht als Byssusdrüse in Anspruch genommen werden kann.

Erlangen, den 19. October 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

Ap, Adductor posterior.
Apl, ligamentöse Portion.
Apm, muskulöse Portion des Adductor posterior.
Ra, Retractor anterior pedis.
Rp, Retractor posterior pedis.
Rpl, ligamentöse Portion.
Rpm, muskulöse Portion von *Rp*.
Fa, Faltenorgan.

Fig. 1. Linke Schale von Anomia ephippium L. mit den Muskeleindrücken.

Fig. 2. Rechte Schale derselben, mit dem Ausschnitte (*Au*) für das Schliessknöchelchen.

Fig. 3. Das Thier von Anomia nach Entfernung der rechten Schale.

Fig. 4. Das Faltenorgan, schwach vergrössert. *m* Randmembran desselben; *p* Fuss.

Fig. 5. Schnitt durch den Körper von Anomia, senkrecht gegen die Richtung der Lamellen des Faltenorganes. Vergrösserung 45 : 1.

Fig. 6. Das Schliessknöchelchen von der Seite.

Fig. 7. Linke Schale von Pecten varius, an der die Muskeleindrücke bei Präparation des frischen Thieres markirt wurden. *x* sind die kleinen Höckerchen, welche beim Schlusse der Schalen aufeinander liegen.

Fig. 8. Die beiden geschlossenen Schalen von Pecten varius von vorn gesehen. *rS* rechte, *lS* linke Schale; *Sp* oberer Theil, *Sp'* unterer Theil der Spalte, durch welche beim Schliessen der Schalen das Wasser ausfliesst; *x* wie in Fig. 7.

Fig. 9. Fuss- und Rückziehmuskel einer ganz jungen Anomia, wo die beiden Portionen von *Rp* noch nicht getrennt sind. *p* Fuss.

Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen.

Von

Dr. August Forel.

Mit Tafel III u. IV.

Die beste Beschreibung des Giftapparates der Weibchen und Arbeiter der Ameisen verdanken wir MEINERT[1]. Kürzlich lieferte DEWITZ[2] eine ausführliche Arbeit über den Ameisenstachel, welcher wir manche neue Aufklärungen, besonders was die rudimentären Formen betrifft, verdanken. Die wunderbaren histologischen Verhältnisse der Analdrüsen und Giftdrüsen der Insecten sind in einer meisterhaften Arbeit LEYDIG's[3] mit dem gewohnten Scharfblick dieses Forschers ergründet worden. Andere Arbeiten werden wir im Laufe dieser Zeilen anführen. Bei den Ameisen sind meines Wissens noch nirgends Analdrüsen beschrieben worden. Ich glaube immerhin manches Neue bringen und manche unklare Puncte aufklären zu können. Vorliegende Untersuchungen wurden zu verschiedenen Zeiten angestellt, vor 6 Jahren angefangen, und im Herbst 1873 in Tübingen unter dem freundlichen Beistand des Herrn Professor v. LEYDIG fortgesetzt. Später gewann ich jedoch erst Klarheit über die wichtigsten und schwierigsten Puncte. Einiges aus dem Anfang dieser Untersuchungen habe ich bereits in einer früheren Arbeit[4] kurz mitgetheilt. Dass viele Hunderte von Ameisen der verschiedensten europäischen und exotischen Gattungen,

1) Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie; in: Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5. Raekke, nat. og. mat. Afd, V. Bind. 1860.

2) Diese Zeitschrift Bd. XXVIII p. 527. 1877.

3) Zur Anatomie der Insecten: MÜLLER's Archiv f. Anat. u. Phys. 1859. p. 33 u. 149.

4) Les fourmis de la Suisse: Neue Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 1874. p. 105 u. 117.

leider oft lange Zeit ohne Erfolg, von mir zerlegt wurden, brauche ich wohl kaum zu sagen.

Der Wehrapparat der Ameisen am Hinterleib besteht aus: a) dem Stachel, b) der Giftdrüse mit der Giftblase, c) der Nebendrüse, und d) bei gewissen Gattungen ausserdem aus Analdrüsen mit Analblasen, welche denjenigen anderer Insecten morphologisch entsprechen. Wir wollen diese Theile gesondert nach einander durchnehmen.

a) Stachel.

Der Giftstachel der Hymenopteren-Weibchen ist seit langer Zeit Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen, und da derjenige der Ameisen vor Kurzem von Dr. H. Dewitz (l. c.) eingehend und sorgfältig beschrieben worden ist, halte ich eine Wiederholung dieser Beschreibung für überflüssig. Es seien mir nur einige Nachträge und Bemerkungen erlaubt.

Dewitz hat nachgewiesen, dass die rudimentären Chitinstücke, welche die Mündung der Giftblase bei Formica rufa stützen, morphologisch genau den verschiedenen Theilen des Stachels der Gattungen Myrmica und Typhlopone, wie auch der Biene etc. entsprechen. Jedoch giebt Dewitz selbst zu, dass der Stachel der eigentlichen Stachelameisen demjenigen der Biene viel näher kommt als dem Stachelrudiment der Form. rufa; ja er konnte bei keiner Ameise eine Uebergangsform zwischen dem rudimentären Stachel der Formica-ähnlichen Gattungen[1]) (womit er wohl die Subfamilie Formicidae meint) und dem entwickelten Stachel der übrigen Ameisen finden. Dewitz hat im Ganzen recht; jedoch fehlte es ihm, wie es scheint, an Material und an Kenntniss der Systematik. Der Sachverhalt ist folgender:

Nur diejenige Abtheilung der Subfamilie Formicidae, die ich

1) Mit Recht sagt Dewitz, dass Meinert und ich den Formica-Gattungen keinen Stachel zuschreiben; mit Unrecht aber staunt er darüber. Es erklärt sich dies, was mich betrifft, einfach daraus, dass ich nicht dazu kam, dieses Stachelrudiment näher zu untersuchen und auf seine morphologische Bedeutung zu prüfen. Dieses Rudiment kann mit dem besten Willen nicht übersehen werden, und Dewitz wird mir gewiss glauben, wenn ich ihm sage, dass ich dasselbe vor 7 Jahren schon gesehen habe. Meinert übersah es gewiss ebensowenig. Jedoch erlaubte ich mir nicht, so lange ich es nicht genauer studirt hatte, irgend etwas über seine Bedeutung auszusprechen. Uebrigens ist es in solcher Weise verwandelt, dass es eben kein Stachel mehr ist, und nur noch morphologisch einem solchen entspricht. Demnach ist es in gewisser Hinsicht immer noch gerechtfertigt zu sagen, dass Formica keinen Stachel hat. Verdienst von Dewitz ist es, die volle morphologische Bedeutung des genannten Gebildes erkannt zu haben.

(l. c.) α genannt habe, bestehend aus den Gattungen Camponotus, Colobopsis, Polyrhachis, Myrmecopsis, Gigantiops, Oecophylla[1]), Cataglyphis, Formica, Polyergus, Lasius, Brachymyrmex, Prenolepis, Plagiolepis, Acantholepis[2]) hat ein Stachelrudiment, das wie dasjenige der F. rufa gebaut ist, d. h. besonders eine vollkommen umgestaltete, mit der Segmenthaut der Cloake ganz verwachsene Stachelrinne, und klumpige, an der Spitze verdickte Stechborsten besitzt (Fig. 1 *StR*, *StB*).

Die Gattungen der Abtheilung β, Dolichoderus (Hypoclinea), Leptomyrmex, Iridomyrmex, Tapinoma, Liometopum, Dorymyrmex, Bothriomyrmex und Technomyrmex (wahrscheinlich auch Linepithema) zeigen dagegen einen zwar ganz winzigen und zarten, jedoch in seinem Bau vollkommen mit demjenigen der Myrmiciden und Poneriden übereinstimmenden Stachel, dessen Rinne allerdings, wie bei allen verkümmerten Myrmiciden

1) Lubbock (The monthly microscopical Journal, Sept. 1877, p. 129) glaubt zwar noch nach der Dewitz'schen Arbeit, sich auf eine Angabe Smith's (Proceed. Lin. Soc. Vol. V, p. 101) stützend, dass Oecophylla einen entwickelten Stachel besitzt. Ich habe aber das Stachelrudiment von Oecoph. smaragdina Smith selbst präparirt, und mich überzeugt, dass es demjenigen von Gigantiops, Formica etc. ganz gleich ist. Wieder eine Probe der Zuverlässigkeit Smith'scher Angaben! Trotzdem fehlt der Hypothese von Lubbock, dass das Vorhandensein eines zweiten Stielchenknotens bei den Myrmiciden in Correlation mit dem Stechvermögen sei, jede Begründung, indem bei vielen höchst gelenkigen zweiknotigen Myrmiciden (Pheidole, Atta etc.) der Stachel sehr rudimentär entwickelt, und wohl nutzlos ist, während andererseits die meisten Poneriden, die einen ungemein kräftigen Stachel besitzen, nur einen, und zwar einen dicken steifen Knoten am Stielchen haben.

2) Alle die aufgezählten Gattungen habe ich selbst anatomisch zerlegt. Durch die Güte des Herrn Baron v. Harold habe ich aus dem Berliner Museum Typen der Gattungen Echinopla Smith, Decamera Roger und Myrmelachista Roger zur Ansicht erhalten. Echinopla ist ganz nahe verwandt mit Polyrhachis, hat alle äusseren Merkmale der Abtheilung α und gehört somit zweifellos dazu. Die Gattungen Decamera und Myrmelachista, jede auf eine Art gegründet, sind einander in jedem Stück so sehr ähnlich, dass ich ihre Trennung für nicht statthaft halte, obwohl Myrmelachista ganz sicher nur neun Fühlerglieder hat (ich begreife nicht wie Roger in seiner Beschreibung ein Fragezeichen dazu setzen konnte), während Decamera ein kleines Glied mehr, also zehn Glieder hat. Das Abdomen ist nur bei den Decamera gut erhalten und zeigt da eine endständige, äusserlich runde, ringsum stark behaarte Cloakenöffnung, so dass auch diese Gattungen wahrscheinlich der Abth. α angehören. Von der Gattung Linepithema Mayr ist nur das ♂ bekannt, und Mesoxena Smith ist noch ganz ungenügend beschrieben, so dass die Stellung beider noch in suspenso bleiben muss. Somit wären ausser den oben folgenden Gattungen der Abth. β alle bekannten Gattungen der Subfamilie Formicidae erwähnt worden.

stacheln, an der Basis stark verbreitert ist (Fig. 10 *St*, *StB*, *StR*, *StSch*: Stachel von Bothriomyrmex meridionalis ☿ [1]). Bei der Gattung Leptomyrmex ist sogar der Stachel nicht mehr so sehr kurz, obwohl recht schwach. Ich konnte ebenso wie Dewitz, der aber diese Gruppe β nicht zu kennen scheint, bei keiner der untersuchten Arten eine befriedigende Uebergangsform zu dem verwandelten Stachel der Abtheilung α finden, obwohl ich gerade die Gattungen besonders untersuchte, wo am ehesten ein Uebergang hätte vermuthet werden können (z. B. Technomyrmex, Leptomyrmex einerseits, Plagiolepis andererseits). Am ehesten könnte als solcher der Stachel von Technomyrmex strenua gelten, der eine an der Basis sehr breite und stark chitinisirte, an der Spitze dagegen recht zarte und enge Stachelrinne besitzt. Die Stechborsten sind aber gerade hier sehr lang und spitz. Jedenfalls muss, was die Stachelrinne betrifft, der Uebergang, wie es auch Dewitz annimmt, durch einen immer stärkeren Unterschied zwischen Spitze und Basis stattfinden, bis schliesslich die Spitze ganz verödet. Dagegen fand ich alle Uebergänge zwischen dem winzigen Stachel der Abtheilung β der Formiciden und dem mächtigen Stachel gewisser Poneriden und Myrmiciden. Ich muss nach eigener Untersuchung Dewitz beistimmen, wenn er gegen Lacaze Duthiers den Stachel von Atta (Oecodoma) cephalotes nicht als eine Uebergangsform, sondern als einfach zu dem Myrmiciden-Typus gehörend betrachtet. Die sogenannten Dolyliden, d. h. die Gattungen Typhlopone, Anomma, Dichthadia etc., welche Shuckard [2]), Gerstäcker [3]) und Mayr [4]) vermuthungsweise als ☿ und ♀ der Gattungen Dorylus, Labidus etc., wo nur ♂ bekannt sind, betrachten, galten bis vor Kurzem (Mayr l. c. p. 5) als stachellos. Auf Veranlassung meines Freundes Dr. Emery in Neapel untersuchte ich auf diesen Punct die Typhlopone punctata Smith ☿, die sich sofort als mit einem kurzen festen Stachel und mit Giftapparat versehen erwies, was Dr. Emery auch in einer Abhandlung [5]) kurz mittheilte. Fast zu gleicher Zeit fand Dewitz (l. c.) dasselbe bei Typhl. oraniensis Luc. — In Folge nun aller dieser für mich überraschenden Resultate, muss ich den von mir früher noch (l. c.) festgehaltenen diagnostischen Werth des Stachels, um Ameisensubfamilien von einander zu unter-

1) ☿ heisst Arbeiter, ♀ heisst Weibchen, und ♂ heisst Männchen.

2) Annals of Nat. hist. V. p. 188ff.

3) Stettiner entomolog. Zeitung, 24 Jahrgg. p. 76; und 33 Jahrgg. Nr. 7—9, 1872. p. 254.

4) Reise der Freg. Novara. Zoolog. Theil. Formicidae von Dr. G. Mayr 1865.

5) Saggio di un Ordinamente etc. in: Bullet. d. Soc. entom. Ital. T. IX.

scheiden, grösstentheils fallen lassen, und den Stachel nur noch zur Unterscheidung der Abtheilungen α und β der Formicidae (nicht übrigens als wichtigstes Merkmal) benutzen.

Es ist eigentlich Mayr[1], der zuerst die beiden Abtheilungen α und β der Formicidae unterschied, jedoch nur dadurch, dass er die Cloakenöffnung bei α endständig, ringsum bewimpert, und äusserlich rund aussehend, bei β unterständig, unbewimpert und quer spaltförmig fand. Nun ist aber bei der später von Mayr[2] beschriebenen Gattung Technomyrmex die Cloakenöffnung endständig und dennoch spaltförmig, wesshalb er seither mit Unrecht diese Eintheilung nicht mehr berücksichtigte. In der That gehört Technomyrmex wie wir noch sehen werden in jeder sonstigen Beziehung zur Abtheilung β, und so auch betreffs des Stachels.

Der Stachel der Ameisen befindet sich in der sogenannten Cloake, d. h. in der Höhle, welche durch Einstülpung der drei letzten verkümmernden Abdominalsegmente der Larve in das viertletzte (das sogenannte letzte der vollkommenen Ameise) bei der vollkommenen Ameise entsteht. In dieser Cloake nun finden wir drei Hauptausmündungen innerer Organe: 1) Am ventralsten gelegen, die Geschlechtsöffnung[3] (Fig. 18 *W*); 2) in der Mitte, der Stachel, resp. die Oeffnung des Giftapparates, welche von der Geschlechtsöffnung völlig getrennt ist (Fig. 18 *St*); 3) am weitesten dorsalwärts der After (Fig. 18 *A*). Dorsal von demselben entsteht jedoch bei gewissen Ameisen noch eine Oeffnung, resp. Einstülpung: die der Analblasen- und Drüsen (Fig. 18 *Y*). Die Muskulatur des Stachels ist von Dewitz (l. c.) beschrieben worden; ich habe dieselbe nicht näher untersucht.

1) Die Ameisen des baltischen Bernsteins. Königsberg 1868 p. 12, in: Beiträge zur Naturkunde Preussens herausg. v. d. K. phys. öc. Gesellsch. zu Königsberg.

2) Formicidae borneenses in: Annal. d. Mus. Civ. d. Storia Nat. di Genova. Vol. II. April 1872.

3) Die Vermuthung Dewitz's (l. c.), dass die Ameisenarbeiter entwickelungsfähige Eier legen, hätte er als durch directe Beobachtung erwiesene Thatsache in meiner Arbeit (l. c. p. 328 et suiv.) lesen können. Ferner aber täuscht er sich, wenn er diese Arbeitereier als zur Erhaltung der Colonie nothwendig erachtet, indem »der grösste Theil des Stockes im Herbste ausstirbt«. Letztere Behauptung ist vollkommen irrig. Es sterben viel mehr Ameisen im Sommer als im Herbst und im Winter, wo ja die ganze frisch ausgeschlüpfte Arbeiter-Generation des nächsten Jahres vorhanden ist. Ausserdem sind die Weibchen so enorm fruchtbar, dass ganz wenige derselben zur Erhaltung der Colonie genügen, während, wie es scheint, aus Arbeitereiern nur Männchen hervorgehen. — Alles übrigens schon längst bekannte Thatsachen.

b) Giftblase und Giftdrüse.

Dorsal von der Ausmündung der Nebendrüse (MEINERT; sog. Oel- oder Schmierdrüse anderer), die wir nachher beschreiben werden, mündet der Ausführungsgang der Ameisengiftblase, und zwar so dicht an der ersteren, dass nur eine Chitinfalte zwischen beiden Ausmündungen liegt (Fig. 1 zwischen *O* und *O'*). Beide Ausführungsgänge münden in den Stachel (Fig. 1, 10, 11 und 18). Wie MEINERT (l. c. Taf. III, Fig. 11) die Nebendrüse dorsal von der Giftblase liegend und ausmündend zeichnen kann, ist mir nicht begreiflich. In der Figur meiner früheren Arbeit (l. c. Taf. I, Fig. 17) ist zwar dieses Verhältniss richtig; dafür aber mündet daselbst in ganz falscher Weise die Nebendrüse in den Ausführungsgang der Giftblase. Die Ausmündungen sind von DEWITZ (l. c.) am richtigsten dargestellt worden: beide Gänge verlaufen eben noch eine Strecke weit getrennt dicht aneinander liegend in der Stachelrinne, um schliesslich neben einander nach aussen auszumünden. Dieser letztere Verlauf ist natürlich abhängig von der Entwicklung der Stachelrinne, und ist daher bei der Abth. α der Formicidae (Fig. 1 *O*, *O'*) de facto nicht mehr vorhanden, da hier die ganze Stachelrinne nur noch die breite Blasenmündung umfassen kann.

Wir treffen nun bei den Ameisen, wie es MEINERT (l. c.) zuerst zeigte, zwei nach ganz verschiedenen Typen gebaute Hauptformen der Giftdrüse und Giftblase. Der erste Typus findet sich nach MEINERT bei Formica, der zweite bei Myrmica und Ponera. Schon früher (l. c.) habe ich gezeigt, dass der erste Typus nur der Abtheilung α der Formicidae, der zweite dagegen allen anderen Ameisen zukommt. Also verhält es sich hier genau wie mit dem Stachel. Seither habe ich mich von der durchgreifenden Constanz dieser beiden Typen an vielen exotischen und an den meisten europäischen Gattungen überzeugt, indem ich auch hier besonders solche untersuchte, bei welchen ein Uebergang am wahrscheinlichsten erscheinen konnte, also gerade die Abtheilung β der Formicidae. Den ersten Typus habe ich früher (l. c.) »Giftblase mit Polster (coussinet)«, den zweiten »Giftblase mit Knopf (bourrelet)« genannt. Wir wollen mit dem ersten Typus anfangen.

1. Giftblase mit Polster.

Aus dem verkümmerten Stachel geht ein ungemein weiter, in der Mitte sogar noch etwas[1]) in lateraler Richtung verbreiterter Schlauch hervor (Fig. 1 *Ausf.*), der sich nach ziemlich kurzem Verlauf in Form

1) Doch nicht so stark erweitert, wie ihn DEWITZ (l. c. Fig. 2) zeichnet.

einer grossen elliptischen Blase erweitert. Diese Blase zeigt, abgesehen von ihrer ganz bedeutenden Grösse, die Eigenthümlichkeit, dass ihre dorsale Wand zwischen ihrer Tunica intima und ihrer Tunica propria ein elliptisches, wie Dewitz richtig bemerkt, meist etwas kahnförmig concaves (mit der Concavität gegen den Bauch), doch im Ganzen ziemlich flaches, überall gleich dickes Polster (Fig. 1 *Polst*) enthält, welches der Blase ihre Form giebt, indem es, dank der vielen Chitinröhren die es besitzt, verhältnissmässig ziemlich rigid ist. Das Polster wird durch den Hauptheil der Giftdrüse gebildet. Die Blase mit ihrem Polster liegt, besonders im gefüllten Zustande, ziemlich dicht ventral vom Rückengefäss, etwa wie die Analblasen von Bothriomyrmex in Fig. 18 (*A Bl*), was dadurch zu Stande kommt, dass das dorsal vom Ausführungsgang gelegene Rectum auf der einen Seite der Blase ausweicht. Die leichte Convexität des Polsters entspricht also einfach der Concavität der Rückenschienen der Abdominalsegmente. Der Scheitel der Giftblase reicht oft nach vorn bis über die Mitte der Abdomenlänge hinaus. Es ist ziemlich schwer die Blase voll Secret (Gift) zu erhalten, indem, wie schon Meinert richtig bemerkte, die Ameise fast immer vor ihrem Tod alles ausspritzt, und wenn doch ein Rest bleibt, derselbe beim Präpariren meist ausfliesst. Indessen gelingt es schliesslich mit Geduld, und dann sieht man auch die Verhältnisse am deutlichsten. Fig. 1 stellt eine mit Gift nur wenig gefüllte Blase von Formica rufibarbis ☿ dar.

Aus dem hintersten Ende des Polsters sehen wir nun eine feinkörnige Drüsenmasse austreten, die noch eine kurze Strecke an der dorsalen Blasenwand adhärirt, um dann, sich gabelnd, als zwei lange, gewundene, frei in der Körperhöhle schwebende Drüsenschläuche (Fig. 1 *Fr*) sich fortzusetzen. Diese Schläuche verlaufen zuerst, in Fettgewebe eingehüllt, nach hinten, dorsal und lateral vom Ausführungsgang der Blase, bis sie aus Mangel an Platz wieder umkehren, um nach einigen Schwenkungen vor- und seitwärts etwas verdickt blind zu endigen.

Giftblase und Polster sind gemeinsam von einer Tunica propria umgeben. Legt man nun die gut herauspräparirte Giftblase von Camponotus ligniperdus ☿ oder Lasius niger ☿ in Wasser auf das Objectglas, indem man unter der Loupe mit einer feinen Pincette von links her ihre gefaltete ventrale Wand fest kneift, so gelingt es leicht mit einer in der rechten Hand gehaltenen Staarnadel unter Abreissung der schwächeren Tunica propria das Polster in toto, mit den freien Drüsenschläuchen, von der Tunica intima der Blase langsam abzulösen. Sodann nimmt man wahr, dass etwa am vorderen Viertel

der dorsalen Blasenwand (des Polsters) eine ziemlich breite, helle, unverzweigte Chitinröhre sich zwischen Blasenintima und Polster spannt. Diese Röhre mündet, wie man später bei stärkerer Vergrösserung sofort sieht, auf die allereinfachste Weise durch directen Uebergang, ohne irgend welche Verdickung oder Einstülpung, in die Intima der Blase ein (Vergl. Fig. 7 bei *a*, von Form. rufibarbis; hier ist aber die Röhre verästelt). Schiebt man nun mit der Staarnadel das Polster weiter, so entrollt sich die feine unverzweigte Röhre immer mehr aus demselben, genau wie eine Schnur aus einem Knäuel, indem sie ziemlich regelmässige Windungen vom vorderen zum hinteren Ende des Polsters macht, und dabei jedes Mal sich ganz plötzlich zurückknickt, so dass sie, wenn auch entrollt, zickzackförmig bleibt. In dieser Weise ist es mir gelungen die über zwanzig Centimeter lange unverzweigte Röhre des Polsters von Camponotus ligniperdus ☿ (das ganze Polster ist blos etwa zwei Millimeter lang) auf einer Glasplatte in Continuität fast ganz zu entrollen. Je weiter von der Blase, desto dünner wird die Röhre. Schliesslich bleibt doch ein Theil derselben unentwirrbar; es ist der Theil, der die oberflächlichste Schicht des Polsters bildet. Hier ist die Röhre so zart, und so sehr von Tracheen umsponnen, dass sie beim Versuch sie weiter zu entrollen stets reisst. Untersucht man nun die beiden freien Drüsenschläuche, so sieht man, dass jeder derselben von einer feinen mit welligen Rändern versehenen centralen Chitinröhre durchzogen ist: die Intima des Drüsenschlauches (Fig. 6 *int*). Mittelst Behandlung durch Kalilauge lässt sich nun leicht ermitteln, dass aus dieser Röhre eine Menge feinster seitlicher Chitinröhrchen (wohl je zu einer Drüsenzelle) abgehen, wie es Leydig (l. c. p. 59) ganz richtig fand, und ich (l. c.) es bestätigte, während dieses von Meinert (l. c.) und später von Dewitz (l. c.) übersehen wurde (Fig. 6 *SR*). Verfolgt man nun die centrale Röhre eines jeden Drüsenschlauches bis zur Vereinigungsstelle beider Drüsenschläuche am hinteren Ende des Polsters, so findet man, dass nach ganz kurzem getrennten Verlaufe in der vereinigten Drüsenmasse beide Röhren sich auch zu einer einzigen vereinigen, welche sich sodann direct auf die Oberfläche des Polsters begiebt, wo sie gegen das vordere Ende desselben verläuft. Diese vereinigte Röhre ist noch ungemein fein, und besitzt immer noch feinste Seitenröhrchen (zu einzelnen Drüsenzellen). Diese letzteren nehmen jedoch an Zahl immer mehr ab, je mehr man sich von der Bifurcationsstelle entfernt; zugleich werden auch die Ränder der centralen Röhre weniger wellig. Leider verwickelt sich bald diese Röhre dermassen in den Tracheen der Polsteroberfläche, dass ich sie nie weiter als etwa bis zum vorderen Viertel des Pol-

sters isoliren konnte, ohne sie abzureissen. Somit ist die directe Continuität dieser aus den freien Drüsenschläuchen abgehenden Röhre mit der Hauptröhre des Polsters nicht vollständig darstellbar. Es bleibt zwischen beiden ein zwar wenig umfangreiches, aber unentrollbares Gewirr. Soweit ich jedoch die dieses Gewirr bildenden Röhrenschlingen durchmustern konnte, fand ich, dass dieselben nie breite Seitenzweige abgaben und dass nur ganz spärliche Stellen noch feinste Seitenröhrchen besassen, während die weit grösste Anzahl der Schlingen dem abgerissenen periphersten, dünnsten Theil der entrollten Polsterröhre identisch waren. Es kann daher für so gut wie erwiesen gehalten werden, dass die unpaare, von den vereinigten freien Drüsenschläuchen ausgehende Röhre unter baldigem Verlust ihrer feinsten Seitenröhrchen in die Hauptröhre des Polsters direct übergeht. So nehmen es auch Meinert und (wie es scheint) Dewitz an, ohne jedoch zu sagen, wie sie es nachgewiesen haben.

Unverzweigt, wie eben beschrieben, ist die Chitinröhre des Polsters in den Gattungen Camponotus (C. ligniperdus) und Lasius (L. flavus und niger). Bei Polyrhachis (neue Art aus Südafrika) und Acantholepis (A. Frauenfeldi) fängt sie an, an einigen seltenen, sehr weit von einander entfernten Stellen kurze, breite, blind endigende Sprossen oder ebenfalls breite, blind endigende, aber längere Seitenröhren abzugeben. Solche werden schon viel häufiger bei Cataglyphis (C. cursor). Bei Polyergus (P. rufescens) und besonders bei der Gattung Formica (sens. strict.) gehen aber aus der Hauptröhre des Polsters, besonders in der Nähe seiner Einmündung in die Blase eine Menge längerer und kürzerer zum grossen Theil wieder verzweigter Seitenröhren ab, die fast eben so breit sind als die Hauptröhre selbst, aber sämmtlich im Polster abgerundet blind endigen (Fig. 7 *Verz*). Die vielen Seitenröhren erschweren ziemlich das Entrollen der Hauptröhre bei dieser letzteren Gattung, deren Giftdrüse bis jetzt allein von der Subfamilie Formicidae beschrieben war. Unter den Formica-Arten zeichnen sich F. rufa, pratensis und truncicola besonders aus durch die vielen Seitenverzweigungen der Hauptröhre, sowie überhaupt durch ihre grosse Blase und Drüse.

Gehen wir nun zu den Drüsenelementen über, so finden wir zunächst, dass die freien Drüsenschläuche aus einer dicken Lage von Drüsenzellen (Fig. 6 *Z*) bestehen, welche fest mit einander verwachsen sind, jedoch scharfe, zum Theil polygonale Contouren zeigen. Der deutliche Kern zeigt bei Fuchsinfärbung etwa 8 bis 10 dunkele Kernkörperchen, d. h. Inhaltsklümpchen. Lässt man dagegen etwas Essig-

säure oder Kalilauge einwirken, so ballen sich oft diese Körnchen zu einem Haufen, der einen einzigen Kernkörper vortäuscht. Das Verhältniss der feinsten seitlichen Chitinröhrchen zu den einzelnen Zellen konnte ich nicht ermitteln, wesshalb ich auf später zu besprechende ähnliche Gebilde verweise. Der Analogie nach ist anzunehmen, dass sie in das feinkörnige Protoplasma der Zellen eindringen und darin endigen. Sowie nun die beiden freien Schläuche sich auf der Blasenwand vereinigt haben, hören die Zellen auf deutliche Contouren zu besitzen, und nur noch die Kerne kann man, an der Polsterröhre anliegend, im zerstreuten punctirten Protoplasma unterscheiden. Diese zerstreute, körnige Drüsenmasse ist im ganzen Polster zwischen den Windungen seiner Röhre vertheilt; jedoch ist sie im Verhältniss zur Länge und zum Caliber der letzteren recht spärlich. Die Kerne liegen dagegen alle der Hauptröhre des Polsters, bezw. deren Verästelungen, der Fläche nach an; sie sind meist oval, etwas abgeflacht, den gewöhnlichen Matrixkernen einer Chitinröhre recht ähnlich, nur zahlreicher und grösser. Freie Kerne giebt es in dem freien Protoplasma ganz sicher nicht, da solche bei Fuchsinfärbung nicht zu übersehen wären. Auf der Oberfläche des von der Mündung in die Blase entfernteren Theiles der Hauptröhre kann man nur die Kerne, und dazwischen zerstreute Protoplasmakörner, aber keine Zellencontouren unterscheiden (Fig. 5); darin stimme ich ganz mit Meinert überein. Dagegen finde ich nicht, dass die Kerne, wie er dies zeichnet und beschreibt, mit der Spitze aufsitzen und von der Röhre abstehen, sondern dass dieselben fast immer der Fläche nach anliegen, so, dass jede andere gefundene Stellung mir künstlich durch das Präpariren erzeugt zu sein scheint. Der der Mündung in die Blase näher liegende Theil der Hauptröhre zeigt dagegen an seiner Oberfläche deutliche polygonale Zellencontouren. Die Zellen erscheinen aber ungemein flach, während ihre Contouren ziemlich scharf sind (Fig. 4 *Prot W*). Ihre Kerne sind wie diejenigen der übrigen Röhre, und besitzen wenigstens 8 bis 10 mit Fuchsin[1]) prächtig scharf sich färbende Inhaltskörnchen und nicht 1 bis 3 wie Meckel[2]) oder 6 bis 7 wie Meinert (l. c.) angeben. Die Zellen sind schon von diesen beiden Autoren, aber, wie ich meine, schematisch, gezeichnet worden. Mir scheint, dass sie durchaus nicht von dem im Polster zerstreuten Protoplasma verschieden sind, und dass die Contouren nur laterale Grenzen

1) Nach der ausgezeichneten Methode, welche von Dr. Ernst Hermann in München (Vortrag in der deutschen Naturforscher-Versammlung zu Gratz, 1875) entdeckt wurde.

2) Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thiere: Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1846; 2. Abth. p. 49.

auf der Röhrenoberfläche darstellen, das Protoplasma aber nach aussen von keinerlei Zellenwänden umgeben ist. Es fällt nämlich dieses Protoplasma ungemein leicht, fast von selbst, von der Röhre ab; die Kerne folgen auch recht leicht nach, und wenn man dann mit etwas starker Vergrösserung die Röhre betrachtet, so sieht man an ihr meist immer noch, gerade wie vorher, die polygonalen Zellencontouren als helle, ziemlich breite Linien, welche aber durchaus nicht erhaben, sondern flach (eher etwas vertieft) sind, während da, wo die Zellen selbst auf der Röhre lagen, meist immer noch ein ungemein feinkörniger Belag bleibt. Man möchte meinen, dass das Protoplasma sich nur insofern differenzirt, als es sich an die Oberfläche der Röhre auf polygonalen Flächen derselben ansetzt, die eben nur durch protoplasmafreie Streifen von einander getrennt, und um die Kerne concentrirt sind. In der Wand der Hauptröhre sind weder Löcher, noch irgend etwas Aehnliches sichtbar. Wenn nun Protoplasma und Kerne des Polsters als Drüse zu betrachten sind, wie ich es sicher glaube, und nicht nur als Matrix der feinen glashellen Cuticula der Röhre, so muss das Secret doch durch unsichtbare Porencanälchen der letzteren durchfiltriren.

Betrachten wir nun die Giftblase, so sehen wir, wie ich sagte, dass sie sich in ihrer Form dem Polster anpasst. Wie bei anderen ähnlichen Gebilden finden wir auch hier, dass hierfür, so wie um dem wechselnden Quantum des secernirten aufzubewahrenden Giftes entsprechen zu können, die chitinöse Intima der Blase starke Falten bildet. Auffallenderweise sind es aber fast alle wellige Längsfalten, die fast ausschliesslich auf beiden Seiten des Polsters dicht gedrängt liegen (Querschnitt Fig. 3 bei *Int*). Am vorderen und hinteren Ende des Polsters biegen sie zum Theil um dasselbe herum, um denjenigen der anderen Seite entgegen zu laufen. Wenn sich nun die Blase füllt, so entfernt sich hauptsächlich ihre ventrale Wand immer mehr vom Polster. Entleert sie sich dagegen gänzlich, so liegt die kaum gefaltete ventrale Wand dicht an der dorsalen und somit am Polster an: die Blase wird abgeflacht wie eine geschlossene Harmonika, und die gefalteten Seiten überwölben sogar zum Theil das Polster. Auf der äusseren Fläche der Intima liegen feine, flache, zerstreute Kerne, und zwischen diesen äusserst spärliches punctirtes Protoplasma (Matrix oder Epithel der Intima: Fig. 1 bei *Int*; Fig. 2 bei *V*).

Intima und Polster zugleich werden nun von einer recht eigenthümlichen hellen Tunica propria umschlossen. Dieselbe wird von Muskeln bedeckt, deren wirkliche Anordnung von Dewitz wie von Meinert übersehen worden ist, von mir jedoch (l. c. p. 147) mit wenigen Worten erwähnt wurde. Betrachtet man, wie in Fig. 1, die laterale

und die dorsale Seite der Blase, so sieht man quergestreifte Muskelfasern, welche einzeln in regelmässigen Zwischenräumen ringförmig die Blase zu umkreisen scheinen (*Musc*). Am Rande des Polsters angelangt, überspringen dieselben die Falten der Intima und begeben sich über das Polster, wobei jede Faser ziemlich rasch um die Hälfte ihres Calibers etwa sich verjüngt, aber ohne sich zu verästeln quer über das Polster verläuft, um auf der anderen Seite wieder zu erscheinen, wo sie ihr früheres Caliber wieder annimmt. Dreht man nun die Blase um, indem man, der Klarheit wegen, das Polster vorher entfernt, so sieht man (Fig. 2), dass alle diese bisher parallelen Muskelfasern mit einander schlingenförmig anastomosiren, und die Mitte (etwa $^1/_3$ der Breite) der ventralen Blasenoberfläche vollkommen frei lassen. Dadurch wird auch zugleich die vorhin erwähnte Art der Fältelung der Blasenintima erklärt. Während nun über das Polster und über beide Seiten der Blase die Propria als helle, zwischen den Muskelfasern gespannte Membran sich ungemein leicht frei ablösen lässt, befestigt sich dieselbe ventralwärts nach und nach immer mehr an der Blasenintima, um da, wo die Muskeln ganz aufhören, sehr zart und unbedeutend zu werden (Fig. 3 *Musc*).

In die Tunica propria dringen Tracheen ein (Fig. 1 *tr*). Während jedoch das Polster viele grosse auf das reichlichste verzweigte Tracheenäste erhält, welche zum Theil durch die Propria hindurch zwischen den Schlingen der Röhre eindringen, erhält die übrige Wand der Giftblase nur zerstreute, kleine Tracheenverästelungen, die aus grösseren Tracheenstämmen benachbarter Organe entspringen, und daher bei der Präparation meist abreissen, wesshalb ich früher (l. c. p. 148) dieselben übersehen hatte. Ebenso verhält es sich mit den Tracheenästchen, welche die Oberfläche des Ausführungsganges der Blase und die freien Drüsenschläuche speisen. Diese Verhältnisse sind alle aus Fig. 1 ersichtlich.

Helle, verzweigte Nervenäste begeben sich auch auf die Tunica propria der Giftblase (resp. des Polsters) und scheinen vor allem die Muskeln zu versorgen (Fig. 1 *Nerv*, an zwei Stellen). Woher sie stammen, habe ich nicht untersucht. Auch kann ich nicht sagen, ob einzelne Nerven directe Beziehungen zu der Drüse haben, wie dies von Leydig (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII) bei gewissen Insectendrüsen nachgewiesen wurde.

Während die Drüsenmasse im Polster, wie wir sahen, ganz locker ist, sind die freien Drüsenschläuche jeder von einer ziemlich straffen, den Zellen fest angehefteten Tunica propria umschlossen, die am hinteren Ende des Polsters direct in die lockere Propria der Blase übergeht. Muskelfasern konnte ich auf derselben nicht finden.

An der Uebergangsstelle der Blase zu ihrem Ausführungsgang wer-

den die Falten der Intima unregelmässig. Der Ausführungsgang selbst (Fig. 1 *Ausf*) besteht aus einer wenigstens dorsal und lateral festen, stark und regelmässig quergefalteten Cuticula (Fortsetzung der Blasenintima), welche auch von der Quere der Blase nach spindelförmig gestreckten Kernen und von dazwischen zerstreutem Protoplasma (Matrix) umgeben wird. Das Ganze wird von der äusserst zarten Fortsetzung der Propria der Blase umhüllt, und erhält vereinzelte Tracheenäste. Der Ausführungsgang entbehrt, wie Meinert schon richtig erkannte, jeder Spur von Muskulatur. Die dorsale Hälfte der Intima des Ausführungsganges der Blase ist steifer, convexer, die ventrale schlaffer. Letztere ist sogar für gewöhnlich in ihrer Mitte unregelmässiger gefaltet, und der Länge nach concav rinnenförmig nach innen eingedrückt. In diese breite, flache Rinne (Fig. 2 *R*) legt sich der Hals der Nebendrüse.

Das secernirte, glashelle Gift besteht, sicher wenigstens bei den officinellen Form. rufa und pratensis vornehmlich aus Ameisensäure, und wird von diesen beiden Arten, sowie von F. truncicola gelegentlich bis auf eine Höhe von ein bis zwei Fuss ausgespritzt, während alle anderen Ameisen das Gift nicht in die Ferne ausspritzen, sondern nur direct auf den Feind ergiessen können. Dessenungeachtet ist die Blasenmuskulatur der Form. rufa etc. durchaus nicht stärker als die der anderen Formicidae α; ja sie wird sogar von derjenigen des Camponotus ligniperdus an Dichtigkeit übertroffen. Es ist daher die Annahme von Meinert, dass das Gift mit Hülfe der Muskulatur des Abdomens, spec. des Stachels, ausgespritzt wird, gewiss die richtige. Bereits hat Dewitz (l. c.) dazu geeignete Muskeln beschrieben. Jedoch möchte ich mehr, als es diese Autoren thun, die Wirkung der allgemeinen durch die Muskulatur der Segmente bedingte Abdomenpresse hervorheben, denn die Stachelmuskulatur kann ja nur auf den Ausführungsgang wirken[1]) und die Mündung desselben nach aussen öffnen; dann kann die Abdomenpresse allein durch allseitigen Druck auf die Blase eine gewaltvolle Entleerung derselben bewirken. Die Blasenmuskulatur dient wohl nur dazu, die Blasenwand zu gleichmässiger Erhaltung ihrer Form und zur Anlegung an's Polster zu zwingen. Dewitz hat gezeigt, dass der feine ausgespritzte Giftstrahl nicht direct aus der spaltförmigen Mündung des Blasenausführungsganges, sondern erst aus dem feinen cylindrischen, von beiden an einander gelegten Stachelscheiden gebildeten Canal hervorgehen kann.

Abgesehen von den früher erwähnten finden wir bei der ganzen Reihe der Formicidae α keine wesentlichen Unterschiede im Bau der

1) Nach Dewitz auf dessen mittleren erweiterten Theil.

Giftdrüse und der Giftblase. Die freien Drüsenschläuche sind je nach den Arten bald länger, bald kürzer; bald enger, bald dicker. Ab und zu ist der eine am Gipfel wieder etwas getheilt, was nur individuelle Abweichung ist. Bei gewissen Gattungen (Brachymyrmex, Plagiolepis, Acantholepis) ist das Polster verhältnissmässig etwas kleiner, sonst aber ganz gleich. Die Blasenmuskeln sind überall gleich angeordnet.

Wie Meinert richtig fand, erklärt sich der grelle Widerspruch zwischen Meckel (l. c.) und Leydig (l. c.) betreffs des Baues der Ameisengiftdrüse dadurch, dass ersterer nur die Drüse des Polsters, letzterer dagegen nur die freien Drüsenschläuche sah.

2. Giftblase mit Knopf.

Dieser Typus, obwohl im Ganzen (und darin nur stimme ich mit Dewitz überein) dem vorhergehenden morphologisch homolog, macht mit demselben einen auffallenden Contrast. Uebergangsformen lassen sich keine erkennen. Betrachten wir zunächst in Fig. 11 den Giftapparat der Myrmica laevinodis ☿:

Aus der Stachelrinne gehen hier wiederum zwei Gänge hervor; jedoch ist jetzt der dorsale, nämlich der Ausführungsgang der Giftblase, meist weitaus der dünnere von beiden. Derselbe ist einfach cylindrisch, mit welligen Rändern, d. h. mit unregelmässigen Ringfalten seiner Intima, und erweitert sich ziemlich plötzlich zu einer mehr oder weniger kugeligen, ziemlich kleinen Blase, an welcher keine Spur von Polster zu sehen ist. Meist am Gipfel (vorderen Ende) dieser Blase vereinigen sich zwei freie Drüsenschläuche, die man sofort als den freien Drüsenschläuchen der Formicidae *α* entsprechend erkennt; sie sind zwar nicht so lang, dafür aber breiter. Der scheinbare morphologische Widerspruch in Betreff der Eintrittsstelle in die Blase ist leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Drüsenschläuche der Formicidae *α*, wenn sie am hinteren Ende der dorsalen Blasenwand sich ansetzen, doch nicht dort in dieselbe einmünden, sondern dass die wahre Einmündung in die Intima (Fig. 7 *a*) in der That nahe am vorderen Ende der Blase stattfindet. Die Giftblase mit Knopf liegt im Abdomen ventral vom Rectum (Fig. 18 *Gift*), dessen Verlauf sie in keiner Weise beeinträchtigt.

Die Haupteigenthümlichkeit dieses Typus liegt aber darin, dass der aus der Vereinigung beider freien Drüsenschläuche entstandene einzige Schlauch nicht, wie man zuerst meinen möchte, die Blasenintima durchbohrt, sondern dieselbe einstülpt und von derselben wie von einer Hülse begleitet, sich, frei in das Innere der Blase hängend, als gewun-

dener Doppelgang (Fig. 11 *inn*) fortsetzt, der endlich mit einer knopfförmigen Anschwellung (*kn*) endigt. Diese Anschwellung wollen wir kurz »Knopf« nennen. An der Spitze des Knopfes mündet erst der Ausführungsgang der Drüse (die centrale Chitinröhre) in die Blase (*Münd*).

Was zunächst die freien Drüsenschläuche betrifft, so sind dieselben ganz gleich gebaut wie bei den Formicidae α. Nur sind hier im Allgemeinen die Kerne der Zellen schärfer contourirt (Fig. 13 *K*), und die feinsten Chitinröhrchen zu den einzelnen Zellen, sogar im Verhältniss zu der grösseren Breite des Schlauches, länger (*Röhr*). Hier ist es mir auch, bei Myrmica rubida ☿, nach genügender Isolirung durch Zupfen, unter Anwendung von Druck und von Kalilauge gelungen mich zu überzeugen, dass in der That jedes dieser feinsten Chitinröhrchen zu einer Zelle geht, in deren Protoplasma ich dieselben jedoch nicht weit verfolgen konnte (vergl. mit Fig. 12*a*, *ZG*). Es ballen sich gern die Inhaltskörnchen des Kernes der Zellen zu einem centralen Haufen (Kernkörperchen!) zusammen (*Nuc*). Zerreisst man ein Stück des einen Schlauches einer so eben getödteten M. laevinodis ☿ in destillirtem Wasser, und lässt man den Druck eines Deckglases darauf einwirken, so erhält man leicht Bilder wie in Fig. 13. Das Protoplasma der Zellen zerfliesst in eine Masse (*Prot*) und die Kerne isoliren sich zum Theil vollständig (*K'*). An solchen Bildern ist es nun leicht sich zu überzeugen, dass die feinsten Chitinröhrchen, wie es Leydig (l. c.) schon längst nachgewiesen hat, nichts mit dem Kern zu thun haben. Nicht nur sieht man nie einen Zusammenhang, sondern man kann an jedem isolirten Kern die völlig homogene unversehrte Membran durchmustern ohne je einen Riss oder einen Appendix an ihr zu sehen, was doch bei einem etwa gewaltsam getrennten Zusammenhang mit den Röhrchen der Fall sein müsste[1]. Lässt man jedoch das Präparat etwas länger liegen, so entsteht spontan durch Druck des Deckglases oder durch Quellung der Kerne in der Membran der letzteren ein Riss, durch welchen nach und nach der körnig geballte Inhalt

[1] Es hat nämlich Dr. Wolff in seiner sonst so genauen und verdienstvollen Arbeit (Das Riechorgan der Biene etc. in: Nova Acta d. k. Leop. Carol. deutschen Akad. d. Naturf. Bd. XXXVIII, Nr. 1) behauptet, die feinen Chitinröhrchen der Oberkieferdrüse (seiner Riechschleimdrüse) der Biene stünden in directem Zusammenhang mit der Membran des Kernes, und das Drüsensecret sei identisch mit dem Kerninhalt. Dass nun Wolff nicht ein etwa vorhandenes Secretbläschen (vergl. Leydig l. c.) mit dem Kern verwechselt hat, davon habe ich mich selbst an der Oberkieferdrüse der Biene überzeugt. Es ist der wirkliche Zellenkern, den man allein sieht, und den Wolff abbildet; jedoch konnte ich auch dort keinen Zusammenhang mit der Kernmembran sehen.

(Nucleolus!) ganz austritt (K'', *Nuc''*). Nahezu denselben Vorgang hat mein Freund und College Dr. Aug. Solbrig in seiner schönen Arbeit über die Nervenelemente der Gasteropoden [1]) bei Ganglienzellenkernen von Schnecken beobachtet.

Die feineren Verhältnisse des in der Blase befindlichen Theiles der Drüse können wir am besten in Fig. 12 (Myrmica laevinodis ☿) studiren. Kurz nach der Vereinigung beider freien Drüsenschläuche vereinigen sich auch (wie bei der Giftblase mit Polster) ihre centralen Chitinröhren zu einer einzigen Röhre (Fig. 12 x). An dieser Stelle nun stülpt sich die überall mit sternförmigen, von Leydig bei vielen ähnlichen Gebilden schon längst beschriebenen, Falten (*Falt*) versehene Blasenintima trichterförmig ein. Sobald die nun unpaar gewordene Drüse in diesen Trichter eindringt, verliert sie ihre Tunica propria, die sich an die Oberfläche der Blase anlegt, resp. in deren Tunica propria übergeht. Dabei kann es vorkommen (Myrmica), dass jeder freie Schlauch für sich zuerst in die Blasenpropria eindringt; dann machen beide Schläuche noch einige wenige Windungen zwischen beiden Blasenhäuten, bevor sie sich vereinigen. Die centrale Röhre (Intima des Drüsenschlauches) bleibt ringförmig gefaltet; ja es vermehren sich sogar ihre Falten derart, dass sie ganz dicht quergeringelt erscheint (Fig. 12 a, *Int Dr*). Die eigentliche Drüsensubstanz nun setzt sich fort in die eigenthümliche doppelte Röhre, welche in das Innere der Blase verläuft, und zwar liegt sie direct zwischen der eingestülpten Blasenintima (äussere Intima der Doppelröhre: Fig. 12 *Int Bl*) und der centralen Chitinröhre (innere Intima der Doppelröhre, wirkliche Intima der Giftdrüse: Fig. 12 *Int Dr*). Diese Drüsensubstanz (Fig. 12 *Dr*) besteht nun hier aus vereinzelten runden Zellen, und, wie mir scheinen will, aus dazwischen zerstreutem Protoplasma. Zu den einzelnen Zellen gehen aus der stets quergeringelten centralen Röhre feinste Seitenröhrchen, genau wie in den freien Drüsenschläuchen, was sich dann sehen lässt, wenn man die äussere Intima (eingestülpte Blasenintima) abreisst und zurückzieht, um so die centrale Röhre zu isoliren (Fig. 12 a). Die äussere Intima der Doppelröhre ist grob und unregelmässig gefaltet; sie bildet zahlreiche Ausbuchtungen, in welchen meist die einzelnen grossen kugeligen Zellen liegen. Diese Zellen sind etwas grösser als die der freien Schläuche; ihr Kern ist aber dafür etwas kleiner. Sie liegen vereinzelt, nie dicht aneinander. Der Knopf wird bei Myr-

1) Ueber die feinere Structur der Nervenelemente bei den Gasteropoden, von Dr. med. August Solbrig. Gekrönte Preisschrift der Universität München. Leipzig, bei Engelmann, 1872; p. 29 und Taf. II, Fig. 29.

mica durch eine einfache grössere Ansammlung von Drüsenzellen (Fig. 12 *Dr*) gebildet, welche die äussere Intima der Doppelröhre (Fig. 12 *Kn*) erweitern, während die centrale Chitinröhre unverändert bleibt. Letztere bekommt aber wieder — wiederum ein Hauptunterschied zwischen diesem Typus und dem Typus mit Polster — eine grosse Anzahl feinster Seitenröhrchen zu den einzelnen Zellen. Um dieselben zu sehen, muss man den Knopf vorher mit einer feinen Staarnadel zerreissen. Die Drüsenzellen des Knopfes sind denjenigen der übrigen Doppelröhre identisch, zwar angehäuft, aber doch kugelig, und gar nicht dicht aneinanderliegend. Nachdem die centrale Chitinröhre den ganzen Knopf gerade in der Mitte durchsetzt hat, öffnet sie sich an dessen Ende in die Blasenhöhlung dadurch, dass ihre Chitinwand, umbiegend, sich direct in die eingestülpte Blasenintima (äussere Intima des Knopfes, Fig. 12 *Kn*) fortsetzt (Fig. 12 *Münd*). Bei der grossen Paraponera clavata ☿ aus Cayenne konnte ich mich überzeugen, dass ein Tracheenstamm mit der Drüse in die Doppelröhre zwischen deren beiden Chitinhäuten eindringt, und ich verfolgte denselben mit Leichtigkeit neben der centralen Röhre bis zum Knopf.

An der Giftblase selbst ist nicht viel zu sehen. Ihre Intima, welche sehr spärliche Matrixkerne zeigt, ist von einer äussert zarten Tunica propria umgeben. Ein Muskelnetz konnte ich dagegen an derselben trotz aller Sorgfalt bei der Präparation weder bei den Gattungen Myrmica und Pogonomyrmex, noch bei Typhlopone punctata, noch bei irgend einer Form der Formicidae β finden, wogegen Dewitz bei Typhlopone Oraniensis über die Intima eine »feinkörnige äussere Haut, mit feinen Ringmuskeln ausgestattet« gesehen hat. Ich konnte bei Tapinoma und Bothriomyrmex nur vereinzelte, kaum noch erkennbare Muskelfasern sehen, die nicht einmal ganz an der Blase hafteten (Fig. 10 bei *Bl*). Im Gegensatz zu diesem Befund fand ich um die ganze Oberfläche der Blase herum, bei Cryptocerus atratus ☿ ein verzweigtes, unregelmässiges, schiefes, aus sehr kräftigen und zahlreichen Muskelfasern bestehendes, aber nicht dichtes Muskelnetz. Ein dichtes, ganz feine und ziemlich regelmässige Maschen bildendes Muskelnetz zeigte dann die Blase von Cremastogaster Kirbyi ☿. Nach Meinert (l. c.) hat die Blase von Ponera punctatissima ☿ (die er irrigerweise für P. contracta hält) einige wenige Ringmuskeln. Regelmässige, fast unverzweigte Ringmuskeln finde ich ebenfalls bei Odontomachus haematodes ☿ und bei Paraponera clavata ☿. Bei noch einigen untersuchten Myrmiciden fand ich keine Muskeln an der Blase.

Tracheen konnte ich nur an den freien Drüsenschläuchen sehen,

sowie, bei Paraponera, am inneren Theil der Drüse (s. oben). Es ist aber zweifellos, dass auch die Blasenwand wenigstens kurze Endverästelungen von Tracheen der Umgebung erhalten muss, die aber beim Präpariren abreissen, indem sie an ihrem Stamm hängen bleiben, der anderswohin geht.

Während der Typus der Giftblase mit Polster fast nicht veränderlich ist, ist es unser zweiter Typus nicht unbedeutend. Alle diejenigen Abweichungen, die ich beobachten konnte, lassen sich jedoch ohne Zwang auf den Haupttypus zurückführen.

Der Endknopf des inneren Drüsenganges ist bei Myrmica laevinodis (Myrmicid) unregelmässig, bald länglich, bald mehr rundlich. Bei Myrmica rubida ist er auf beiden Seiten der Centralröhre mehr oder weniger erweitert, und diese beiden seitlichen Lappen sind etwas gebogen. Bei Paraponera clavata (Ponerid) ist er in einer Richtung stark abgeflacht und bildet zwei laterale flügelförmige Lappen, die gegen einander wie zwei halbgeschlossene Schmetterlingsflügel zusammengeklappt sind (Fig. 14 *Fl.*). Die Centralröhre verläuft direct in der Kante zwischen beiden flügelförmigen Lappen und mündet wie gewöhnlich (Fig. 14 *Münd*) am Ende des Knopfes aus. Bei Typhlopone punctata (Dorylid) ist der Knopf ähnlich wie bei Myrmica; ebenso bei Tapinoma erraticum und Dolichoderus (Hypoclinea) bispinosus (Formicid β). Bei Bothriomyrmex meridionalis (Formicid β) ist er regelmässig, kugelig (Fig. 10 *Kn*), sonst wie bei den vorigen, nur dass seine Zellen dichter aneinander gedrängt und deren Kerne bedeutend kleiner als diejenigen der Zellen der freien Drüsenschläuche sind. Aber hier zeigt er constant[1]) eine ganz sonderbare hellgelbliche, breite, ovale Umhüllung (Fig. 10 *X*), deren Natur mir noch unklar ist. Dieselbe ist homogen, durchscheinend, wird in Alkohol von der Consistenz eines nahezu festen Harzes, in manchen Reagentien (Kali caustic. z. B.) körnig getrübt, und liegt um den Knopf herum wie eine Kapsel. Der Knopf lässt sich sogar aus ihr mit der Spitze einer Staarnadel ausschälen. Zuerst glaubte ich, es sei eine Verdickung der eingestülpten Blasenintima; die Reaction gegen Kali caust. spricht indessen dagegen. Wahrscheinlich ist es ein Niederschlag, eine Art regelmässig vorkommendes Concrement, wie solche frei in der Blase bei anderen Arten (s. unten) vorkommen. Die Kleinheit des Objectes erschwert bedeutend die Untersuchung (die ganze Ameise ist 2,5 Millim. lang).

Der im Inneren der Blase befindliche Drüsenschlauch (die Doppel-

1) Ich habe über fünfzig Individuen dieser Art präparirt.

röhre), abgesehen vom Knopf, variirt fast nur in der Länge, da aber bedeutend. Während er bei Myrmica laevinodis und Typhlopone punctata die Länge der freien Drüsenschläuche bedeutend übertrifft, ist er schon bei Cryptocerus atratus etwas, bei Dolichoderus (Hypoclinea) bispinosus und Myrmica rubida noch mehr, bei Paraponera clavata noch bedeutender verkürzt, bei Tapinoma nigerrimum fast auf Null reducirt, und bei Bothriomyrmex meridionalis gar nicht mehr vorhanden. Bei dieser letzten Ameise (Fig. 10) vereinigen sich beide freien Drüsenschläuche (*Fr*) dicht vor dem Knopf (*Kn*), und die Blasenintima ist nur um letzteren herum eingestülpt, welcher also der einzige in der Blase befindliche Theil der Drüse ist. Diese eben besprochene Form der Giftdrüse bei Bothriomyrmex ist die am meisten vom gewöhnlichen Typus mit Knopf abweichende, die ich gesehen habe.

Eine andere Abweichung findet sich wohl bei den meisten Poneriden, obwohl ich selbst dieselbe aus Mangel an Material nur bei Paraponera clavata mit der nothwendigen Klarheit darstellen konnte. Der innere Drüsenschlauch ist zwar mit seinem Knopf genau so wie bei den anderen gebaut. Wenn jedoch die centrale Röhre mit ihren umgebenden Drüsenzellen am Gipfel der Blase den eingestülpten Theil der Blasenintima verlassen und die Oberfläche der Blase erreicht hat, schlägt sie sich ohne die letztere zu verlassen dorsalwärts um, und verläuft, stets von der Blasenpropria mit ihren Ringmuskeln bedeckt gerade nach hinten, um erst nahe am hinteren Ende der Blase, unweit von deren Ausführungsgang an derselben Stelle wie bei dem Typus mit Polster, stets von ihren Drüsenzellen umgeben, die Giftblase zu verlassen. Dabei bleibt aber die Drüse als freier Schlauch immer noch unpaar und theilt sich erst in einiger Entfernung von der Blase (wie bei der Biene). Von dieser Theilungsstelle gehen dann zwei sehr lange Drüsenschläuche aus, die schliesslich wie bei allen Ameisen einfach blind endigen. Wenn auch diese Bildung, wie man sieht, in einem Punct (Ansatzstelle des freien Schlauches an der Blasenoberfläche) an den Typus mit Polster erinnert, so fehlt in allen anderen jede Analogie. Bei Ponera punctatissima ist das Verhältniss nach Meinert ebenso wie ich es von Paraponera geschildert habe; ebenfalls wohl auch bei Typhlopone oraniensis (nach Dewitz) und punctata (von mir untersucht). Jedoch theilt sich bei diesen drei letzten Thieren der Drüsenschlauch schon da, wo er die Blase verlässt.

Der Inhalt der Blase, das Gift, ist meist hell. Bei Myrmica rubida trübt es sich jedoch im Alkohol und bildet eine Emulsion, während es bei Tapinoma gröbere Gerinnsel und bei Dolichoderus

attelaboides ein ganz grosses, zähes, harziges, gelbes Gerinnsel bildet. Von letzterer Art habe ich allerdings nur zwei Exemplare untersuchen können. Es ist somit wahrscheinlich, dass bei dem Typus mit Knopf das Gift eine andere chemische Zusammensetzung hat, als bei dem Typus mit Polster.

Die freien Drüsenschläuche sind oft ungleich; selten ist der eine am Gipfel nochmals getheilt. Bald sind sie kürzer, bald sind sie länger.

Grossen Veränderungen ist der Ausführungsgang der Blase unterworfen. Bei Technomyrmex strenua ist derselbe am breitesten unter den von mir untersuchten Gattungen dieses Typus; das ist aber auch der einzige Punct, den der Giftapparat dieser Ameise mit demjenigen der Abtheilung α der Formicidae gemeinsam hat. Vielleicht hängt die endständige Stellung ihrer Cloakenöffnung damit zusammen. Dann finden wir aber noch einen relativ breiten und nicht besonders langen Ausführungsgang bei Eciton praedator, Atta sexdens, Myrmica rubida, Dolichoderus attelaboides, einen langen und ziemlich breiten bei Odontomachus haematodes und Parapon. clavata, einen mässig kurzen und etwas engeren bei Dolichod. (Hypoclinea) quadripunctatus, Bothriom. meridionalis (Fig. 10 *Ausf*), Myrmica laevinodis (Fig. 11 *Ausf*), Cryptocerus atratus. Bei allen eben erwähnten Formen ist der Ausführungsgang gegen die Blase zu etwas erweitert, gegen den Stachel zu verengt. Bei den folgenden Ameisen: Tapinoma nigerrimum, Dorymyrmex pyramicus, Leptomyrmex erythrocephalus, Liometopum (?) sericeum, Typhlopone punctata und Oraniensis, ist er dagegen ungemein eng, lang, und bei einem Theil dieser Formen sehr dicht quergeringelt. Die Erweiterung in der Mitte des Ausführungsganges, welche von Dewitz bei Typhl. Oraniensis gezeichnet wird, ist wohl nur ein unwesentlicher, vielleicht zufälliger Befund. Dieser letzten Gruppe von Ameisen entspricht zweifellos eine Rückbildung des Giftapparates, indem Giftblase und Giftdrüse ungemein reducirt sind. Am auffallendsten ist dies bei Liomet. (?) sericeum, wo die ganze Giftblase kaum noch die Grösse einer Fettzelle übertrifft, und wo deren Ausführungsgang ausnehmend lang und enorm dünn ist. Diese Rückbildung des eigentlichen Giftapparates entspricht durchaus nicht immer derjenigen des Stachels, da Typhlopone einen ziemlich festen obwohl recht kurzen Stachel hat, während der grossen Giftblase von Technomyrmex ein ganz atrophischer Stachel entspricht. Auch hat Paraponera mit ihrem colossalen Stachel eine recht kleine Giftblase und eine relativ auch nicht grosse Giftdrüse.

Sehr veränderlich ist auch die Art der Fältelung der Intima der Blase und des Ausführungsganges. Bald bildet sie sternförmige, bald ringförmige, bald halbkugelförmige, bald unregelmässige Falten. Ich verzichte jedoch auf eine nähere Aufzählung der Arten nach dieser Hinsicht.

Der eben beschriebene Typus der Blase mit Knopf wurde von Meinert (l. c.) bei Myrmica-Arten und bei Ponera punctatissima im Grossen und Ganzen richtig beschrieben. Dennoch geht aus seiner Beschreibung hervor, dass er die Intima der Blase von den vereinigten freien Drüsenschläuchen sofort durchbrechen lässt, und, dass er die eingestülpte Blasenintima für eine Tunica propria (?) des inneren Drüsenschlauches ansieht, was ein grosser Irrthum ist. Ausserdem hat er die feinsten Seitenröhrchen zu den Zellen übersehen. An der Blase von Myrmica konnte er eben so wenig als ich Muskeln finden. In meiner früheren Arbeit (l. c.) habe ich den Knopf von Bothriom. meridionalis unrichtig gedeutet, indem ich ihn für einen aufgeknäuelten Schlauch, ähnlich wie den inneren Gang von Myrmica hielt; das Eindringen des letzteren in das Innere der Blase ist mir damals auch entgangen. Am wenigsten orientirt war aber Dewitz in seiner jüngst erschienenen Arbeit (l. c.), der den ganzen inneren Drüsenschlauch übersehen hat, dafür aber eine (nicht vorhandene) die Blasenoberfläche eindrückende, jedoch über derselben liegende gelbe, körnige Drüsenmasse beschreibt, deren Chitinröhre er allerdings nicht sehen konnte. Gegen solche Täuschungen hilft die Aufhellung eines Präparates mittelst Kalilauge. Am sichersten ist aber stets die sorgfältige Eröffnung der Blase und dann das Freilegen der inneren Doppelröhre, was an alten Weingeistameisen auch gelingt. Dass nun Dewitz seine »körnige Drüsenmasse« als morphologisches Homologon des Polsters von Formica ansah, ist begreiflich. Ich bin aber, in Anbetracht der histologischen Verhältnisse des inneren Drüsenschlauches und dessen Knopfes, einer anderen Ansicht, und glaube, dass die Polsterröhre bei dem zweiten Typus kein Homologon hat, sondern durch Uebergangsformen, die vielleicht Aehnlichkeit mit Both. meridionalis hatten, verödet ist (resp. aus ähnlichen Formen sich neu gebildet hat). Man könnte sich auch denken, dass eine Ponera-ähnliche Form ihre innere Doppelröhre mit dem Knopf nach und nach verloren hat, und, dass aus dem dorsal, unter der Tunica propria befindlichen Theil der Drüsenröhre (s. oben), durch Erweiterung und Verschlingung derselben, sowie durch Verlust der feinsten Seitenröhrchen und Veränderung der Drüsenzellen, sich das Polster gebildet hat. In diesem Falle dürften sich die Formicidae α nicht aus den Formicidae β, sondern aus den Poneridae entwickelt haben.

Aus den vorhergehenden Beschreibungen geht hervor, dass zwischen der Abtheilung α der Formicidae und den übrigen Ameisen eine viel tiefere Kluft vorhanden ist als es bis jetzt angenommen wurde. Ich habe zwar früher schon (l. c.) diese Gruppe auf Grund des verschieden geformten Giftapparates schärfer getrennt als es MAYR mittelst äusserer Merkmale gethan hatte, traute mich jedoch damals wegen ungenügenden Ameisenmaterials noch nicht, eine eigene Subfamilie zu gründen. Ich erachte dieses aber jetzt für unerlässlich, um so mehr, da die Analdrüsen (s. weiter unten), der Kaumagen, die Sporne, die Cloake, das Pygidium etc. noch genug bestätigende Unterscheidungsmerkmale geben. Ich kann mich hier nicht weiter über den Werth der anderen bis jetzt aufgestellten Unterfamilien: Poneridae, Odontomachidae, Dorylidae, Myrmicidae (von SMITH[1]) noch aus den letzteren ziemlich ohne Kritik herausgewählt: Attidae und Cryptoceridae) äussern. Jedoch will ich daran erinnern, dass der angebliche Mangel des Stachels der, nebst anderen Merkmalen, die Doryliden nach MAYR von den Poneriden unterscheiden soll, in der That auf einem Irrthum beruht. Ferner wird die Gattung Myrmecia stets noch von den Poneriden zu den Myrmiciden (EMERY l. c.) und umgekehrt (MAYR) transferirt. Dafür hat Dr. EMERY kürzlich (l. c.), auf Grund nicht unwichtiger Charactere, die Gattungen Eciton und Typhlatta von den Myrmiciden getrennt und zu den Doryliden gestellt, wobei ihm MAYR[2]) zustimmt. Endlich ist MAYR[3]) durch das Studium der Odontomachus-Männchen an dem Werthe seiner Subfamilie Odontomachidae zweifelhaft geworden. Wir wollen nun die übrigens von den anderen am schärfsten zu unterscheidende alte Subfamilie Formicidae als solche einfach fallen lassen, und statt ihr zwei neue ebenfalls scharf unterschiedene Subfamilien:

1) Camponotidae (meine frühere Formicidae α) und
2) Dolichoderidae[4]) (meine frühere Formicidae β)

1) Catalogue of Hymenopt. Insects in the Collect. of the British Museum. London 1858. Part VI: Formicidae. p. 161 und 187.

2) Sitzgber. der k. k. zool. bot. Gesellsch. in Wien. Bd. XXVII, 2. Mai 1877.

3) Die australischen Formiciden, 1876, und der vorhin citirte Vortrag.

4) Nachdem MAYR (Verhandl. d. k. k. z. b. Ges. in Wien 1870: Neue Formiciden) seine frühere Gattung Iridomyrmex mit Hypoclinea verschmolzen, und Dolichoderus scabridus Rog. auch zu Hypoclinea gezogen hat, findet er nur noch die dreieckigen Zähne am unteren Ende der Oberschenkel des ♂ um Dolichoderus von Hypoclinea zu unterscheiden. Nun ist dieser Character, wie er selbst zugiebt, ganz unzureichend, um so mehr, da er auch beim ☿ und ♀ vorhanden ist und da Hypoclinea scabrida, scrobiculata etc. ☿ auch solche, nur viel schwächere Vorsprünge haben. Ausserdem aber finde ich in

aufstellen. Es ist um so mehr angezeigt den Namen Formicidae fallen zu lassen, als derselbe für die ganze Familie schon (mit mehr oder weniger abweichenden Endigungen) angewendet wird. MAYR scheint in seiner schönen neuesten Arbeit über australische Formiciden seine Gattung Leptomyrmex zu den Camponotidae zu rechnen, indem er dieselbe zwischen Myrmecopsis und Prenolepis stellt, während er gar nichts von dem unterständigen Pygidium und von der queren Cloakenöffnung sagt. Leptomyrmex erythrocephalus ist aber ein echtes Dolichoderid durch seinen Giftapparat sowohl als durch seinen Kaumagen etc.

c) Nebendrüse.

Diese bei allen Ameisenweibchen und Arbeitern vorhandene Drüse entspricht der sogenannten Oel- oder Schmierdrüse der Biene und anderer Hymenopteren. Ich habe jedoch die MEINERT'sche Bezeichnung »Nebendrüse« gewählt, da dieselbe unverfänglich ist. Man meint gewöhnlich, diese Drüse diene dazu mit ihrem öligen Secret den Stachel zu schmieren, damit er besser spiele. Allein, abgesehen davon, dass diese Drüse gerade oft bei Ameisen mit ganz rudimentärem Stachel (Camponotus, Formica etc.) am besten entwickelt ist, während sie bei Ameisen mit starkem Stachel oft recht klein ist, erscheint eine Beziehung derselben zur Entwickelung der Geschlechtsorgane nicht unwahrscheinlich und darf nicht unberücksichtigt bleiben. Wenigstens bei den Weibchen von Formica und Myrmica, die ich allein in dieser Hinsicht untersucht habe, ist nämlich die Nebendrüse bedeutend stärker entwickelt als bei den entsprechenden Arbeitern, die dafür einen stärkeren Stachel resp. eine grössere Giftdrüse haben. Bei Formica ist dieses schon von MEINERT betont worden, der dagegen allerdings angiebt, dass Lasius flavus ♀ eine kleine Nebendrüse besitzt. Jedenfalls ist die Function dieser Drüse noch unklar,

der inneren Organisation und besonders im Kaumagen (das Nähere darüber wird später veröffentlicht werden) eine solche Affinität zwischen Dolichoderus und Hypoclinea, dass ich eine Trennung dieser beiden Gattungen für nicht mehr haltbar erachte. Die Iridomyrmex-Arten zeigen dagegen einen viel grösseren Abstand von den eigentlichen Hypoclinea (Mayr), und nähern sich viel mehr der von MAYR doch beibehaltenen Gattungen Dorymyrmex, Tapinoma, Technomyrmex, auch zum Theil von Bothriomyrmex und Liometopum. Ob jedoch Iridomyrmex als Gattung wieder auftreten soll, kann erst die anatomische Untersuchung der von MAYR als Zwischenglieder bezeichneten Formen (H. KIRBYI u. A.) lehren. Einstweilen begnüge ich mich damit Hypoclinea mit Dolichoderus zu vereinigen und den Namen Dolichoderus Lund als den älteren allein beizubehalten.

und es ist noch fraglich, ob beim Ausspritzen des Giftes ihr Secret demjenigen der Giftdrüse beigemischt wird.

Die Nebendrüse ist bei allen von mir untersuchten Ameisen gleich gebaut. Nur ihre Grösse und ihre äussere Form wechseln ab. Bald ist sie mehr einfach schlauchförmig (Fig. 10 *Neb*), bald mehr kugelförmig oder birnförmig (Fig. 11 *Neb*), bald in zwei Schläuche gespalten (letzteres wohl nur bei einigen Gattungen der Camponotidae). Bei Form. rufibarbis ☿ (Fig. 1 *Neb*) ist nur eine sehr kurze Gabelung vorhanden. Die Nebendrüse mündet, wie wir sahen, in die Stachelrinne, ventral von der Giftblasenmündung, dicht an ihr, aus.

Unsere Drüse ist ganz anders und viel einfacher gebaut als die Giftdrüse. Sie ist zugleich Drüse und Blase, indem ihre Intima einen weiten Sack bildet, in welchem das Secret gleich aufgespeichert wird. Diese Intima, welche am Scheitel der Drüse recht zart und schlaff ist, verdickt sich, immer steifer werdend, mehr und mehr gegen die Ausmündung, und erweitert sich dann bei gewissen Gattungen in der lateralen Richtung, kurz vor derselben (jedoch nicht so schroff wie dieses von Dewitz gezeichnet wird), um sich wieder an dem von ihr gebildeten Spalt (Fig. 1 *o'*), besonders in der dorsal-ventralen, aber auch in der lateralen Richtung zu verengen. An ihrem steiferen Basaltheil zeigt diese Intima (nach Einwirkung von Kali causticum) bei Myrmica rubida und laevinodis ☿ und ♀, besonders bei den ♀, netzförmige, polygonale, gelbbräunliche Chitinzeichnungen (Verdickungen), die ich für den Abdruck der grossen polyedrischen Drüsenzellen halte.

Abgesehen vom Halstheil ganz nahe an der Ausmündung, wo die Intima keinen drüsigen Ueberzug mehr hat, ist die Drüse überall gleich gebaut (Fig. 1 *Neb, o'*). Direct auf der Intima liegt eine einfache Schicht grosser mehr oder weniger polyedrischer oder zum Theil gerundeter Drüsenzellen (Fig. 1 *Dr*; Fig. 8, 8*a*, *Z*), die sich durch scharfe Contouren, ein auffallend helles Protoplasma, und einen sehr deutlichen Kern auszeichnen. Letzterer enthält mehrere Inhaltskörnchen, ähnlich wie die Kerne der Giftdrüsenzellen. Jedoch sind diese Körnchen kleiner. Dafür aber ist meistens ein grösserer Nucleolus mehr oder weniger deutlich sichtbar, dessen Bedeutung mir nicht klar ist. Die eben beschriebenen Drüsenzellen variiren etwas in Grösse und Form. Bei Camponotus ligniperdus sind sie an ihrer Basis ausgezeichnet schön hexagonal, bei Lasius niger (Fig. 8, 8*a*) mehr unregelmässig und etwas gerundet.

Ueber diese Zellenschicht nun, und zum Theil auch etwas in den Rinnen, die die peripheren gewölbten Flächen der einzelnen Zellen zwi-

sehen sich lassen, eingelagert, sieht man eine ziemlich dünne, aber recht auffallende Schicht diffus zerstreuter, schwach gelblicher Kügelchen, welche zum Theil der Drüse ihre Farbe geben (Fig. 8*a* und 9 *Küg*).

Ueber der Schicht der Kügelchen liegt die Tunica propria (Fig. 8*a* *Prop*), welche ihrerseits von einem sehr bemerkenswerthen, ungemein zarten, dicht netzförmig anastomosirenden Muskelnetz bedeckt ist, an dessen Fasern man fast immer einzig und allein eine dichte, feine Längsstreifung sehen kann (Fig. 4 *Musc'*: Fig. 9 und 8*a*, *Musc*). Einige Male nur, bei stark entleerter Drüse und contrahirter Musculatur, habe ich bei F. rufa ☿ die Querstreifung wahrgenommen, die ja überhaupt bei stark gedehnten Muskelfasern (bei der Giftblase und dem Rectum z. B.) immer schwächer wird, und schliesslich verschwinden kann. Dass dies nicht etwa Nerven, sondern wirklich Muskeln sind, zeigt übrigens ihre Reichlichkeit, ihre Anordnung, ihre stets feste Adhärenz an der Tunica propria, sowie der Umstand, dass auch Nerven sich in die Drüse (wohl nur zu den eben in Rede stehenden Muskeln) begeben (Fig. 4 *Nerv'*), und dass sie anders (viel homogener) aussehen.

Endlich gehen zu der Nebendrüse sehr zahlreiche Tracheen (Fig. 4 *tr'*; Fig. 9 *tr*) die sich in ihrer Wandung ungemein fein verästeln.

Das Secret der Drüse, das stets in geringem Quantum in deren Intimasacke enthalten ist, besteht bei den Camponotidae meist (nicht immer, wie ich es früher, l. c. p. 107, angegeben habe) aus einer gelblichen, ziemlich dicklichen Flüssigkeit, die ihrerseits auch zu der gelben Farbe der Drüse beiträgt, und die, wie Meinert fand, sich im Wasser nicht löst, sondern als ölige Tropfen darin gesondert bleibt. Bei Lasius niger und Formica rufibarbis, welche letztere ich in Menge untersuchte, fand ich manchmal die Nebendrüse auffallend stark gefüllt (Fig. 1), wobei ihr Inhalt viel heller war, und somit auch die Farbe der ganzen Drüse. Bei Myrmica laevinodis ist die Nebendrüse meistens von dieser Beschaffenheit. Man erhält nun einen sehr schönen Ueberblick über die innere Structur der Drüse, wenn man sie in dieser Weise gefüllt in Wasser oder in verdünnter Müller-scher Flüssigkeit in toto einlegt, und, gegen Druck geschützt, mit einem Deckglas bedeckt. Sie ist dann bei kleinen Ameisen so hell, dass mittelst Einstellungen ihre ganze Structur sich ermitteln lässt. So wurden die Fig. 8, 8*a* und 9 gezeichnet. Man sieht nun in dem ziemlich hellen Inhalt des Drüsensackes eine Menge stark lichtbrechender Tropfen aller Grössen suspendirt (Fig. 8*a*, *Tropf*), wahrscheinlich das oben genannte dickliche Secret darstellend.

Die Structur der Nebendrüse wurde von MEINERT (l. c.) ganz richtig beschrieben. Nur hat derselbe auffallenderweise die scharfen Contouren der Zellen übersehen, indem er sagt »das Epithel sei ohne deutliche Zelleneintheilung«. Die zerstreuten gelblichen Kügelchen sah und deutete er richtig. Seine Angabe, dass die Muskulatur bei Formica fusca vorkäme und nicht bei Formica rufa, beruht auf einem Irrthum. Dieselbe sah ich stets bei den Ameisen, die ich in geeigneter Weise untersuchen konnte, auch bei Form. rufa, und z. B. noch bei Camp. ligniperdus und Myrmica laevinodis.

Die kurze Beschreibung, die DEWITZ (l. c.) von der Nebendrüse giebt, ist zum grossen Theil unrichtig, weil nur nach Alkoholexemplaren gemacht. Die »Einkerbungen«, die er darin sieht, sind wohl nur die Rinnen, welche die zusammengezogenen, von ihm übersehenen Muskeln in den schlaffen Drüsenwänden verursachen, wenn der Drüsensack leer ist. Ferner will er die Intima bei F. rufa zu zwei langen Säcken ausziehen können. Nun kann dieses nur durch eine Zerrung der allerdings sehr zarten Intima geschehen. Dieses beweist die Thatsache, dass, wenn gefüllt, dieselbe sich viel mehr in die Breite als in die Länge ausdehnt. (Vergl. unsere Fig. 1 *Neb*, mit DEWITZ's Fig. 2 *r*. Allerdings sind die beiden Aeste der Drüse bei F. rufa länger als bei F. rufibarbis). Endlich sind die Drüsenzellen weder kugelig, noch gelb, wie er sie beschreibt.

Die Nebendrüse ist in ihrer äusseren Form ebenso regellos inconstant, als in ihrer inneren Structur constant, so dass sie keine systematische Bedeutung hat. Bei den Weibchen einiger Formica-Arten spaltet sie sich in zwei ungemein lange Schläuche, welche die Länge der Giftblase übertreffen. Bei den Lasius flavus und niger ☿ ist sie nicht gespalten, sondern kugelförmig. Bei allen den von mir untersuchten Ameisen, die nicht zu der Subfamilie Camponotidae gehörten, war sie ebenfalls stets ungetheilt, meist birnförmig oder schlauchförmig.

d) Analdrüsen und Analblasen.

Bei vielen Insecten, besonders bei vielen Käfern sind Analdrüsen bekannt, jedoch bei Ameisen noch nicht, was wohl zum Theil daher rührt, dass diejenigen Gattungen, die solche besitzen, in Europa nur kleine für Nicht-Specialisten schwer auffindbare oder schwer unterscheidbare Arten enthalten, zum Theil aber auch daher, dass diese Drüsen bei der Präparation leicht übersehen oder verkannt werden können. Die Analdrüsen und Blasen befinden sich an einer topographisch wichtigen, weil von den Gift- und Geschlechtsdrüsen verschie-

denen Stelle, nämlich dorsal vom Anus und Rectum (Fig. 18 *Y*, *A Bl*). Sie bilden sich durch Einstülpung der Cloakenwand zwischen Anus und Pygidium (letzte äussere Dorsalschiene des Abdomens), und sind daher mit letzterem in ganz enger Verbindung.

Ich habe solche Drüsen nur bei den ☿ und ♀ der Subfamilie Dolichoderidae (Abth. β der früheren Formicidae) gesehen. Vergebens habe ich sie bis jetzt bei anderen Ameisen gesucht. Früher (l. c. p. 107) fand ich schon bei den Gattungen Bothriomyrmex, Liometopum (microcephalum) und Tapinoma zwei grosse Blasen am hinteren Theil des Abdomens, und wusste nicht, was damit anzufangen. Seither gewann ich Klarheit über diese Gebilde, welche nichts anderes sind als die Analblasen. Gehen wir gleich zur Beschreibung über.

Dicht am Pygidium angelehnt findet sich bei Bothriom. meridionalis ☿ eine quere, spaltenförmige Oeffnung, die sich in einen entsprechenden ganz kurzen, rigiden, glatten Chintincanal (Fig. 15 *o*) fortsetzt. Letzterer erweitert sich dann plötzlich zu einer grösseren dorsalwärts stark gewölbten und quergefalteten Ampulle (*Bas*), aus welcher zwei bedeutend grosse, helle, zarte Chitinblasen hervorgehen (Fig. 15 *Bl*, Fig. 18 *A Bl*), welche dicht unter dem Rückengefässe liegen, und im stark gefüllten Zustande (dies besonders bei Tapinoma-Arten) nach vorn bis über die Mitte des Abdomens reichen können. Die Intima dieser Blasen, die wir allein bisher berücksichtigten, ist unregelmässig, schwach gefaltet, und von einer ungemein zarten Matrix mit zerstreuten Kernen (Fig. 15 *MF*) bedeckt. Ueber dieselbe spannt sich eine ebenfalls sehr zarte Tunica propria, welche ventral und dorsal in gleicher Weise von einem zwar nicht dichten, aber reichlich verzweigten Netz feiner quergestreifter Muskelfasern (Fig. 15 *Musc*) umsponnen ist. Ueber letztere verzweigen sich kleine spärliche Tracheenäste (*tr*). In der Mittellinie stossen beide Blasen an einander und drücken sich etwas gegenseitig bis ungefähr zu ihrem vorderen Drittel oder Viertel. An dieser anliegenden Stelle sind sie auch durch ihre Muskelfasern zum Theil verbunden, indem solche direct von der Oberfläche der einen Blase zu der der anderen übergehen (Fig. 15). Dagegen sind die Intimae beider Blasen bis zu der oben beschriebenen Ampulle (*Bas* Fig. 15) des gemeinschaftlichen Ausführungsganges getrennt, und lassen sich leicht unter Zerreissung der Muskeln auseinander ziehen.

Aus der dorsalen Wand einer jeden Blase entsteht nun gegen die Basis, nicht weit von der Ampulle, mit grosser trichterförmiger Einmündung (Fig. 15 *Münd*) eine dickwandige, steife Chitinröhre (Fig.

15 und 16 *Int Dr*), die, schief der Blase anliegend, zuerst nach rückwärts verläuft, und dann, durch eine rasche, elegante Umbiegung sich nach aussen und dann wieder nach vorn an der Seite der Blase aufsteigend wendet. Diese Chitinröhre besitzt, ihrer Dicke entsprechend, eine ziemlich starke Matrix (Fig. 16 *HM*), mit schönen spindelförmigen Kernen (Fig. 16 *HK*), welche sich mit Fuchsin prächtig färben, und etwa 7—9 Inhaltskörnchen enthalten. An dieser Hauptröhre hängen nun durch eine Menge feiner Seitenröhrchen die schönen, grossen, rundlichen Analdrüsenzellen wie die Beeren einer Traube (Fig. 15 und 16). Die ganze Traube in ihrer natürlichen Lage liegt mit ihrer breitesten Fläche dicht an die Blase angelehnt, wie in Fig. 15 links (*Dr*), nicht wie rechts, wo sie absichtlich von der Blase etwas abgezogen ist. Mit ihrer Aussenfläche stösst die Traube an die laterale Wand des Abdomens, an deren Fettgewebe und Muskulatur sie bei der Präparation alter Weingeistameisen gern angeklebt bleibt. Die Drüsenzellen sind durch zahlreiche Tracheen (Fig. 15 *tr*) unter einander verbunden, lassen sich jedoch mit einiger Geduld durch Zerreissung derselben gut und unversehrt isoliren. Diese Tracheen kommen aus mehreren starken Stämmen, die sich auf die einzelnen Zellen vertheilen. Ueber die Drüse ziehen sich aus dem Muskelnetz der Blasenoberfläche quergestreifte Muskelfasern herüber, welche sich, wenn man die Drüse etwas abzieht, wie Stricke spannen (Fig. 15 *Musc Dr*). Zu was diese Muskeln dienen sollen (zur Beförderung der Secretion durch directen Druck??) ist mir unklar. Die Drüse besitzt als Ganzes keine Tunica propria. Dagegen hat jede Zelle eine eigene Membran, die zweifellos einer Tunica propria der Drüse entspricht, und die sich, wie mir scheinen will und wie LEYDIG (l. c. p. 68 und 167) bei ähnlichen Drüsen fand, als äusserst zarte Hülle um die Ausführungsgänge der einzelnen Zellen, sowie um den Hauptausführungsgang fortsetzt, um von da aus in die Tunica propria der Blase überzugehen.

Das Interessanteste an diesen Drüsen ist nun das Studium der einzelnen Zellen, der einzelnen Secretionsindividuen, die sich in wunderschöner Weise isoliren lassen (Fig. 16). Jedes der aus der Hauptröhre abgehenden Seitenröhrchen (*ZG*) geht zu einer Zelle. Jedoch hat dieses Seitenröhrchen ebenso wie die Hauptröhre eine Matrix (*GM*) mit spindelförmigen Kernen (*GK*); allerdings sind nur ein oder zwei solche Kerne auf einem Seitenröhrchen vorhanden. Es scheint nun, dass diese Matrix noch von einer äusserst zarten äusseren Hülle (Propria) umgeben wird, die aber bei der enormen Kleinheit des Ganzen kaum von ihr zu unterscheiden ist. Die Zelle selbst ist sehr gross, rundlich, und besitzt eine feste Membran (*ZM*), die sich um das Seitenröhrchen, an

dessen Eintrittsstelle in das Protoplasma anlegt, dabei aber bald ausserordentlich dünn wird und jedenfalls in die eben erwähnte Tunica propria des Seitenröhrchens übergeht. Der Kern der Zelle (*KM*) ist gross und hat sehr viele grosse Inhaltskörnchen (*KK*). Jede Zelle erhält ihren eigenen Tracheenast, der sich noch kurz bevor er die Zellmembran erreicht, in etwa 3 bis 5 feinste Aestchen theilt (*Ztr*), welche dann auf der Oberfläche der Zellmembran sich weit schlängeln. Ich konnte nicht ermitteln, ob sie dann in das Protoplasma der Zelle eindringen, wie dieses von Wolff [1]) für ähnliche Drüsen, und von Leydig (l. c. p. 168) im Allgemeinen behauptet worden ist. Auf der Zellmembran selbst konnte ich keine Kerne finden, obwohl an guten Fuchsinpräparaten, wie ich solche darauf untersuchte, sich noch die Matrixkerne feinster Tracheenästchen nicht nur sehen, sondern auch leicht mit Sicherheit zählen lassen. Ich konnte übrigens auch an der Tunica propria der freien Drüsenschläuche der Giftdrüse nie Kerne wahrnehmen. Das chitinöse Seitenröhrchen nun (Fig. 16 und 17 *ZG*), wenn es die Zelle erreicht hat, verliert wohl auch seine Matrix, dringt aber dafür in das Protoplasma der Zelle ein, welches dieselbe ersetzt, und worin es mehrere (3 bis 5) grosse schlingenartige Biegungen macht (Fig. 16 u. 17 *ZR*), um endlich im Protoplasma verschwindend sich dem am besten bewaffneten Auge zu entziehen. Dass es in einem Secretbläschen endige, wie so viele solche von Meckel (l. c.) und Leydig (l. c.) beschrieben worden sind [2]), konnte ich ebenso wenig nachweisen, als dieses Leydig bei der einen Speicheldrüse von Formica rufa (l. c. Pl. II, Fig. 20) gelungen ist. Es ist wahrscheinlich, dass die verschlungene Röhre selbst dem Secretbläschen entspricht, und dass sie einfach blind endigt, was aber durch das Protoplasma sich nicht mehr sehen lässt. Im Protoplasma der Zelle hat zwar die Chitinröhre eine zartere Wand, besitzt jedoch dasselbe Caliber wie ausserhalb der Zelle. Bei Analdrüsen, welche mit Fuchsin gefärbt und in Canadabalsam eingelegt worden sind, sieht die Chitinröhre im Innern der Zelle breit und undeutlich von einer helleren Zone umgeben aus (Fig. 16 *ZR*). Setzt man aber Glycerin oder Kali causticum zu einem Alkoholpräparat hinzu, so ist diese helle Zone nicht mehr zu sehen. Um so deutlicher dafür zeigt sich dann die Chitinröhre, besonders wenn noch etwas Druck angewendet wird (Fig. 17 *ZR*). Dass diese Röhre wirklich in der Zelle liegt, ist mit aller Sicherheit durch die Einstellung des Mikroskopes bei

1) Das Riechorgan der Biene etc. in: Nova Acta d. k. Leop. Carol. deutschen Akad. d. Naturf. Bd. XXXVIII No. 1. 1875.

2) Ich selbst sah mit Leichtigkeit das Secretbläschen der Hautdrüsenzellen von Agabus guttatus.

starker Vergrösserung zu ermitteln. Sie ist auch sehr viel breiter als die Tracheenäste, die zu der Zelle sich begeben (Fig. 16). Die Continuität der Röhre in ihrer ganzen Ausdehnung ausserhalb, und besonders innerhalb der Zelle lässt sich ebenfalls mittelst sorgfältiger Einstellungen bei günstig gelegenen Zellen verfolgen. Einen Zusammenhang dieser Röhre mit der Membran des Kernes der Zelle, wie dieses Wolff (l. c.) bei der Oberkieferdrüse der Biene gesehen haben will, sah ich nie. Zu den einzelnen Zellen gehende Nervenäste konnte ich auch nicht finden.

Ausser den eben beschriebenen Analdrüsen von Bothriomyrmex habe ich diejenigen von Tapinoma erraticum und nigerrimum, von Liometopum (?) sericeum, von Dolichoderus attelaboides und von Dolichoderus (Hypoclinea) bispinosus genauer untersucht. Diese Ameisen zeigen im Bau ihrer Analdrüsen eine nicht unbedeutende Abweichung von Bothriomyrmex, aber unter sich eine grosse Aehnlichkeit. Die Blasen gehen hier schon durch ausgedehntere Verwachsung in der Medianlinie an ihrer Basis mehr in einander über. Bei Dolich. attelaboides kann man sogar fast nur von einer gemeinsamen sich gabelnden Blase reden. Der Hauptunterschied besteht aber darin, dass es keinen Hauptausführungsgang der Drüse giebt, dass vielmehr jede Zelle mit einer sehr langen, äusserst feinen Chitinröhre für sich in die Blase mündet. Alle die Röhrchen der einen Seite verlaufen neben einander, und alle münden nahe an einander, eine Gruppe bildend, mit zarten, trichterförmig erweiterten Oeffnungen, in die dorsale Wand der gemeinsamen Basis der Blasen, nicht weit von der Mittellinie ein, so dass die rechte und die linke Gruppe dieser Oeffnungen in ziemlich grosser Nähe von einander sich befinden. Die Drüsenzellen sind in Folge dessen noch lockerer unter einander verbunden als bei Bothriomyrmex; sie bilden eine mehr rundliche Gruppe (Drüse). Ihre Ausführungsgänge sind trotz grösserer Länge und eigener Mündung in die Blase noch viel dünner und zarter, daher auch schwerer zu verfolgen als bei Bothriom. meridionalis. Dieses ist ganz besonders bei Liometopum (?) sericeum der Fall. Der Verlauf der Chitinröhre in das Protoplasma der Zellen ist genau derselbe wie bei Bothriomyrmex. Die Zellen selbst sind aber nicht so hell als bei genannter Ameise, sondern mehr gelblich oder bräunlich, und haben einen etwas kleineren Kern, welcher ausser den Inhaltskörnchen einen grösseren, kreisrunden, demjenigen der Ganglienzellen ähnlichen Nucleolus besitzt. Dieser Nucleolus färbt sich mit Fuchsin heller als die Inhaltskörnchen, und ist besonders bei Dolichoderus sehr gross. Ich konnte nicht ermitteln, ob er, wie dies

von LEYDIG (Vom Bau des thierischen Körpers p. 45) und von Dr. HERMANN[1]) bei Ganglienzellen des Blutegels nachgewiesen wurde, nur eine Verdickung der Kernmembran ist, oder ob er im Kern liegt.

Ausser bei diesen Ameisen habe ich noch bei Iridomyrmex purpurea, Liometopum microcephalum und Dolichoderus (Hypoclinea) quadripunctatus die beiden Analblasen gefunden, doch wegen mangelhaften Materials die Drüse nicht darstellen können. Bei den beiden ersten sind die Blasen sehr stark entwickelt, beim letzteren dagegen recht klein.

Das Secret der Analdrüsen verdient nähere Beachtung. Schon lange ist es bekannt, dass gewisse Ameisen eigenartige Gerüche verbreiten, worunter in der Schweiz Tapinoma erraticum, Lasius emarginatus und Lasius fuliginosus[2]), jeder mit einem verschiedenen Geruch, besonders zu nennen sind. Früher (l. c.) habe ich darüber Experimente angestellt und mich vergewissert, dass bei beiden Lasius-Arten die Substanz, welche den ekelhaften und lange haften bleibenden Geruch verbreitet, besonders im Kopf, zum Theil aber auch, wie es scheint, im Thorax und im Abdomen liegt, wogegen bei Tapinoma, welches einen flüchtigen, nicht gerade unangenehmen Geruch hat, die Riechquelle einzig und allein im Abdomen liegt. Für beide Lasius-Arten mag die Geruchquelle im Secret der Oberkiefer- und Metathoraxdrüsen liegen; darüber sind fernere Untersuchungen nothwendig. Bei Tapinoma konnte ich aber damals schon (l. c. p. 331 und 332) Näheres beobachten. Für gewöhnlich verbreiten diese Ameisen keinen Geruch, sondern nur wenn man sie belästigt. Bei künstlich von mir entzündeten Kämpfen zwischen Tapinoma und anderen Ameisen sah ich mit der Loupe aus der Cloake der sich wehrenden Tapinoma ☿ eine schaumige, hellweisse Flüssigkeit hervorquellen, welche auf die davon betroffenen Feinde ausserordentlich heftig wirkte; zugleich wurde sofort der specifische »Tapinoma-Geruch« wahrnehmbar. Ich schloss daraus, da ich damals die Analdrüsen nicht kannte, dass dieser Geruch aus dem Gift stammen müsse. Ferner hatte ich beobachtet, dass Jahre lang in Weingeist aufbewahrte Tapinoma erraticum und nigerrimum sofort wieder Geruch verbreiteten, wenn man ihr Abdomen drückte. Nun habe ich jetzt solche alte Weingeist-Tapinoma sorgfältig präparirt und so lange keine Spur von Geruch wahrgenommen, als die frei gelegten gefüllten Anal-

1) Das Central-Nervensystem von Hirudo medicinalis. Gekr. Preisschrift. München bei ERNST STAHL. 1875.

2) Tapinoma gehört zu den Dolichoderidae, beide Lasius dagegen zu den Camponotidae.

blasen unversehrt waren. Ein Stich in dieselben verursachte aber sofort mit dem Austritt des Secretes einen intensiven Tapinoma-Geruch. Ausserdem habe ich bei alten, trockenen (aufgespiessten) Iridomyrmex purpurea aus Australien die mit eingedicktem gelblichen Secret gefüllten Analblasen gefunden, und sofort nach einem Einstich in dieselben einen ungemein starken Tapinoma-Geruch wahrgenommen [1]. Ebenso zeigten mir Alkoholexemplare des Liometopum (?) sericeum einen deutlichen Tapinoma-Geruch, und mein Freund Dr. Emery in Neapel, dem ich auch Material und sonstige Unterstützung für die vorliegende Arbeit verdanke, versichert mir, dass Liometopum microcephalum aus Südeuropa, und Iridomyrmex scrutator aus Neu-Guinea genau so wie Tapinoma riechen. Ferner hatte ich aber früher (l. c. p. 428) Tapinoma-Geruch bei Ameisen ohne Analdrüsen (Formica gagates, Myrmica-Arten), sowie bei anderen Insecten, besonders bei Myrmecophilen (Lomechusa, Atemeles, Pezomachus-Arten) öfters wahrgenommen [2]. In solchen Fällen mag dieser Geruch aus dem Secret der Oberkieferdrüsen herrühren (s. unten: Biene). Im Gegensatz zu letzteren Beobachtungen muss ich nun erwähnen, dass beide folgende, mit Analdrüsen versehene Ameisen, Bothriomyrmex meridionalis und Dolichoderus (Hypoclinea) quadripunctatus, beide im Leben vielfach von mir beobachtet, nicht die Spur eines für uns wahrnehmbaren Geruches verbreiten, und dass Dolich. attelaboides und bispinosus wenigstens keinen Tapinoma-Geruch haben. Dennoch kämpft Bothriomyrmex wie Tapinoma, verblüfft aber ihre Feinde wenig oder gar nicht mit der aus ihrer Cloake quellenden Flüssigkeit (Analdrüsensecret).

Untersucht man nun das Secret der eben geöffneten Analblasen von Tapinoma erraticum oder nigerrimum unter dem Mikroskop, so sieht man, dass es aus einer Emulsion besteht, deren Tröpfchen in rascher Bewegung sich befinden, sich bald vereinigen und nach kurzer Zeit verschwinden, um eine harzartige, sehr klebrige Masse als nun geruchloses Residuum zurückzulassen [3]. Dasselbe findet

[1] Lowne (Contributions to the Natural History of Australian Ants in: The Entomologist Vol. II 1864—1865, p. 275 und 278) sagt von Iridomyrmex (Formica) purpurea und itinerans, dass »they emit a very strong smell of formic acid when disturbed«, was sich zweifellos auf den Tapinoma-Geruch des Analdrüsensecretes bezieht, der vom Verfasser irrigerweise für Ameisensäuregeruch gehalten wird.

[2] Doch merkwürdigerweise ist dies meist nur ein sehr inconstantes Vorkommen. So haben Myrmica-Arten und Formica gagates meist keinen Geruch.

[3] Dieses Verharzen des ergossenen Analdrüsensecretes erschwert, nebenbei

bei alten Alkoholexemplaren noch statt, und konnte ich auch bei Liometopum (?) sericeum beobachten. Ganz anders ist das Secret bei Bothriomyrmex meridionalis und Dolichod. bispinosus, bei welchen ich es genauer beobachten konnte. Dasselbe ist hell, mit nur sehr wenigen Tröpfchen versehen, lässt beim Herausfliessen keine chemische Umwandlung wahrnehmen und wird nie klebrig oder harzartig. Untersucht man nach Fuchsinfärbung das in den Blasen und in den Drüsengängen befindliche Secret von Bothriomyrmex meridionalis, so sieht man das Ganze rosa gefärbt, die einzelnen Kügelchen jedoch intensiver roth, und diese letzteren lassen sich bis in die feinsten Ausführungsgänge der einzelnen Zellen verfolgen (Fig. 16), zeigen sich aber dort kleiner als die meisten Inhaltskörnchen des Zellenkernes, und nicht gleich gross, wie dies von Wolff (l. c.) für die Oberkieferdrüse der Biene behauptet wird. Dass also das Secret der Analdrüsen von Bothriomyrmex und Dolichoderus anders beschaffen ist als das derjenigen von Tapinoma, Iridomyrmex, Liometopum steht fest. Interessanter ist aber Folgendes:

Es hat Dr. Wolff (l. c.) die bei den Ameisen schon früher von Meinert (l. c.) entdeckte und beschriebene Oberkieferdrüse (glandula mandibulae) bei der Biene wieder entdeckt, und als etwas ganz Neues, als eine Riechschleimdrüse, beschrieben. Dabei führt er über das Secret dieser Drüse Thatsachen an, die mich so lebhaft an das Verhalten des Analdrüsensecrets von Tapinoma erinnerten, dass ich darauf die Oberkieferdrüse der Biene untersuchte. Und ich fand in der That, dass das Secret derselben ganz genau so aussieht und so riecht, wie das der Analdrüse von Tapinoma etc. Damit wäre ein nicht zu unterschätzender Einwand gegen die Annahme von Wolff, es sei dieses Secret der Biene ein ganz specifischer Riechschleim neben vielen anderen [1]) gegeben.

gesagt, ausserordentlich die anatomische Zerlegung von Tapinoma etc., da alle inneren Organe, die davon berührt werden, miteinander verkleben. Zugleich erklärt sich auch durch diese Erscheinung, warum andere Ameisen, welche Analdrüsensecret von einem Tapinoma auf den Kopf bekommen, so sehr und so andauernd angegriffen aussehen, sich mit wunderbaren Verzerrungen am Boden wälzen etc. (Forel l. c.). Sie leiden eben nicht nur durch den Geruch, sondern noch viel mehr durch die Verklebung ihrer Kopforgane.

1) Die physiologischen Schlussfolgerungen von Wolff in seiner oben citirten Arbeit sind nach meinem Dafürhalten zum grössten Theil ebenso unglücklich, als seine rein anatomischen Forschungen gründlich und werthvoll sind. Er findet nämlich bei der Biene im sogenannten Gaumensegel, einer zarten Chitinfalte, die hinter dem Labrum gelegen ist (seiner Riechschleimhaut), einen nervösen Endapparat, den er für das Riechorgan hält, und in den Seiten des Kopfes die oben er-

Bei Gelegenheit der Analdrüsen sei es mir erlaubt, noch einmal an die wirklich meisterhafte histologische Arbeit von Leydig »Zur Ana-

wähnte Oberkieferdrüse, seine Riechschleimdrüse, deren Secret nach ihm auf die Riechschleimhaut sich ergiesst. In diesem Secret findet er chemische Eigenschaften, an der Hand welcher er auf die ganze Physiologie des Geruches, sogar bei den Wirbelthieren und beim Menschen, das wichtigste Licht zu werfen glaubt. Vor allem aber hätte Wolff sich selbst experimentell versichern sollen, ob sein Riechorgan wirklich Riechorgan sei, statt Beweise dafür in unvollkommenen Experimenten von Autoren aus dem Anfange unseres Jahrhunderts zu suchen. Ja hätte er die Resultate der von ihm selbst gemachten vergleichenden Untersuchungen ohne Vorurtheil betrachtet, so wäre er nothwendig zu dem Schluss gekommen, dass er im Irrthum sei. Wolff findet nämlich das am stärksten entwickelte Riechendorgan bei der Bienenkönigin; dann kommt die Arbeitsbiene, und ferner hat er dieses Organ bei einer grossen Anzahl von Hymenopteren untersucht, wo es immer schwächer entwickelt sich zeigt, bis es bei gewissen Braconiden zu einem einzigen Paar Nervenendigungen, bei anderen sogar zu völliger Verödung herabsank. Nun müssen aber die bekanntlich in der complicirtesten Weise parasitisch lebenden Braconiden nothwendig gut riechen können, um ihre oft sehr verborgenen Opfer aufzufinden, während von Lubbock (Observations on Bees and Wasps: Linnean Society's Journal. Zoology. Vol. XII, an drei Stellen) auf das schlagendste durch äusserst sinnreiche Experimente nachgewiesen worden ist, dass die Bienen sehr schlecht riechen. Freilich muss man dabei nicht mit Terpentin, Ammoniak oder anderen ähnlichen scharfen Mitteln arbeiten, welche auch die Tastnerven erregen.

Ich erlaube mir nur hier zwei kleine einfache Experimente mitzutheilen, die ich in Gegenwart der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München am 22. Juni 1876 wiederholt habe, und die von den Anwesenden überzeugend gefunden wurden.

1. Drei Pollistes gallicus (Wespenart), die vorher etwas gefastet haben, werden genommen. Der eine wird intact gelassen, dem zweiten werden beide Fühlhörner an der Wurzel abgenommen, dem dritten wird der Vorderkopf bis zu den Netzaugen abgeschnitten, und dazu noch der Rest des Pharynx ausgezogen und abgetragen. Nach einer kurzen Ruhezeit nimmt man eine Stecknadel, deren Kopf vorher in Honig getaucht worden ist, und nähert dieselbe den jetzt ruhigen Wespen. Eine Annäherung bis zu etwa ein Centimeter ist nöthig, um die Aufmerksamkeit der normalen Wespe zu erwecken. Sowie sie aber Notiz von dem Honig genommen hat, dirigirt sie ihre beiden Fühlhörner mit rasch abwechselnden Bewegungen auf die Stecknadel. Wird nun dieselbe langsam und nicht zu weit entfernt, bevor sie berührt worden ist, so wird sie von der Wespe verfolgt; ist sie erreicht, so fängt die Wespe an zu essen. Ganz genau dasselbe wird beobachtet, wenn man die Nadel der Wespe mit abgeschnittenem Vorderkopf nähert, der somit alle Nervenendorgane des Mundes und des Pharynx, auch das Wolff'sche Riechorgan (letzteres kann in dem abgeschnittenen Stück leicht in toto gefunden und präparirt werden) fehlen. Dieselbe verfolgt auch die Nadel, wie die erste, und wenn man sie den Honig erreichen lässt, versucht sie zu essen, indem sie ihre Wunde darauf setzt, kann aber natürlich nichts schlucken. Ganz anders ist das Verhalten der dritten Wespe ohne Fühlhörner. Sie bleibt auch bei der grösstmöglichen Annäherung der Nadel regungslos; sie merkt absolut nichts vom Honig. Erst wenn derselbe in

tomie der Insecten, MÜLLER's Archiv 1859« zu erinnern. In seinen eingehenden Untersuchungen der Drüsen verschiedener Insecten findet

directe Berührung mit ihrem Munde gebracht wird, fängt sie an zu essen; entfernt man nun die Nadel auch nur ein wenig, so kann sie dieselbe nicht mehr verfolgen. Wird nur ein Fühlhorn abgetragen, so riecht die Wespe noch fast so gut, als wenn beide da sind. Noch besser, d. h. in noch grösserer Entfernung konnte ein Sphex den Honig riechen. Mit den Bienen dagegen lässt sich wegen allzu stumpfen Geruchssinnes nichts Sicheres nachweisen.

2. Man bringt in eine Glasschachtel einen Tropfen Honig, den man dann mit einer kleinen Drahtnetzhaube bedeckt, so dass keine Biene zufällig direct dazu kann, dass aber der Tropfen so nahe an der Drahtnetzwand liegt, dass jede Biene mit Leichtigkeit ihren Rüssel durch die weiten Maschen desselben schieben und so den Honig erreichen kann. Setzt man dann in die Schachtel eine Anzahl Arbeitsbienen, die vorher etwas gefastet haben, so kann man sich von der überraschenden Thatsache überzeugen, dass keine einzige davon irgend etwas von dem Honig merkt, und dass alle ruhig neben und über dem Drahtnetz spazieren, ohne sich auch nur einen Augenblick aufzuhalten. Nimmt man die Drahthaube weg, so finden bald die Bienen zufällig den Honig und essen gierig davon. Dieser Versuch bestätigt einfach die Ergebnisse, zu welchen LUBBOCK durch mannigfaches Experimentiren stets gekommen ist, beweist auch zugleich, wie sehr WOLFF irrt, wenn er der Biene ein ausgezeichnetes Riechvermögen zuschreibt. Nach LUBBOCK's Ergebnissen, die ich wiederum nur bestätigen kann, finden sich die Bienen fast ausschliesslich mit ihrem Gesichtssinn zurecht.

Aus diesen Experimenten, sowie aus vielen anderen Beobachtungen von den verschiedensten Autoren und von mir, auf welche ich hier nicht näher eingehen kann, schliesse ich:

1. Das Riechorgan der Biene von WOLFF ist kein Riechorgan, sondern dient höchst wahrscheinlich (wie dieses auch von Dr. JOSEPH, auf Grund seiner Untersuchungen und Beobachtungen, in einem Vortrag auf der Naturforscher-Versammlung zu München, Section für Anatomie am 19. September 1877, dargethan wurde), ebenso wie andere ähnliche Organe an der Zunge, den Unterkiefern etc. (von verschiedenen Autoren, zum Theil auch von WOLFF selbst, l. c., und von mir, l. c. p. 117 und Fig. 9 und 10, beschrieben und in derselben Weise gedeutet) zu Geschmacksempfindungen.

2. Die Oberkieferdrüse (Riechschleimdrüse von WOLFF) ist bei der Biene wahrscheinlich einfach eine Stinkdrüse, mag aber unter Umständen wichtige Functionen übernehmen, z. B. bei einer Ameise (Lasius fuliginosus), wo sie nach MEINERT (l. c.) sehr bedeutend entwickelt ist, und welche bekanntlich ihre Nester, ähnlich wie die Wespen, aus einem eigenen Carton baut, den sie aus (wohl mit dem Secret dieser Drüse) zusammengekitteten Holzpartikeln macht. (Vergl. MEINERT l. c., und meine schon oft citirte Arbeit p. 181 u. f.)

3. Der Sitz des Geruches bei den Hymenoptera aculeata ist trotz allen den aprioristischen Gründen, die von WOLFF (l. c.), LANDOIS (Archiv für Mikroskop. Anatomie von MAX SCHULTZE Bd. IV. p. 88), PAASCH (TROSCHEL's Archiv f. Naturg. 1873, Bd. I p. 248) u. A. m. in der letzten Zeit dagegen geltend gemacht wurden, in den Fühlhörnern zu suchen. (Vergl. auch PERRIS: Mémoire sur le siége de l'odorat dans les Articulés; Actes de la soc. Linnéenne de Bordeaux

Leydig, dass der Ausführungsgang der einzelnen Zellen meist in das Protoplasma derselben eindringt, und nach längerem oder kürzerem Verlauf zu einem vom Kerne der Zelle ganz verschiedenen chitinösen Secretbläschen anschwillt, das zugleich sein Ende bildet. Die Mannigfaltigkeit dieser Gebilde ist eine ungeheuere, und ist wohl trotz der vielerlei von Leydig untersuchten Thiere noch lange nicht erschöpft. Kaum geringer ist die Mannigfaltigkeit des Baues der Ausführungsgänge ausserhalb der Zellen, der Zusammensetzung der Zellengruppen, des Grades der Individualität der einzelnen Zellen etc. Es ist nur schade, dass dieser so interessante Gegenstand seither so wenig Beachtung fand.

Graber, der früher die Hypodermis der Insecten für eine Art fibrilloiden Bindegewebes hielt, ist von dieser Ansicht zurückgekommen, und hat in einer wunderschönen Arbeit [1]) nachgewiesen, dass sie aus einer einfachen Zellenlage besteht, die als Cylinderepithel aufzufassen ist. Das gleiche gilt nun von der Matrix der inneren Chitinhäute (Intimae), die ja nur Einstülpungen der äusseren Haut sind. Graber hält auch gewisse einzellige Hautdrüsen für einfach vergrösserte Hypodermiszellen, welche das Haar, das aus ihnen hervorgeht, secerniren, und bezeichnet sie daher als trichogene Gebilde. Die eigentlichen Drüsenzellen sind aber nun auch als Epithel zu betrachten und wohl nichts anderes als zu bestimmten Zwecken (bestimmter Secretion) umgewandelte Matrix(Epithel)zellen. Für diese Ansicht recht sprechend sind die Drüsenelemente des Polsters der Giftblase der Camponotidae (vergl. Fig. 4 und 5, sowie den Text). Es lässt sich auch dadurch am besten erklären wie einzelne Drüsenzellen, z. B. diejenigen der Analdrüsen der Ameisen, ähnlich wie die »trichogenen« Hautzellen, sich in ihrem eigenen Protoplasma chitinöse Röhren oder Secretbläschen secerniren, ausserdem aber noch ein eigenes Secret absondern, das dann in diese Röhre oder in dieses Bläschen (wohl durch Porencanäle desselben) sich ergiesst. Zur Bildung des feinsten Chitinröhrchens (Intima) des Ausführungsganges einer solchen Zelle, nach seinem Austritt aus derselben, genügen dagegen wieder die ganz kleinen, feinen gewöhnlichen Matrixzellen (Fig. 16 *GM, GK*).

Zum Schluss spreche ich hier denjenigen, die mich bei der vorlie-

T. XVI, 3me et 4me livraison 1850, und meine Arbeit l. c. p. 118—120). Dr. Joseph (Vortrag in d. Naturf. Versamml. zu München. Section f. Zoolog. 21. Sept. 1877) will bei Käfern und anderen Insecten das Geruchorgan in den Stigmen gefunden haben.

1) Die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren. Denkschriften der kais. Ak. d. Wissensch. in Wien. Bd. 36.

genden Arbeit mit Material und Belehrung unterstützt haben, insbesondere meinem Freunde und Collegen Dr. C. Emery in Neapel, sowie Herrn Professor v. Leydig in Bonn und Herrn Jules Künkel in Paris meinen aufrichtigsten Dank aus.

München, 17. Novbr. 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III u. IV.

Fig. 1. Giftapparat der Formica rufibarbis ☿ von der lateralen und etwas von der dorsalen Seite gesehen. Die Giftblase ist halb gefüllt mit Gift; die Nebendrüse ist von ihr etwas abgezogen, etwas umgedreht, um ihre breite Fläche sehen zu lassen, und mit Secret stark gefüllt. Ein circulärer Lappen der Tunica propria der Giftblase ist abgenommen um die Intima und besonders das Polster mit seiner verschlungenen Röhre sehen zu lassen. Die freien Drüsenschläuche sind nach dorsalwärts von dem Ausführungsgang der Blase abgezogen. An der Nebendrüse sind, der Klarheit halber im linken Lappen nur die Tracheen, in der Mitte nur die Muskeln mit der Tunica propria, im rechten Lappen nur die Drüsenzellen gezeichnet. Die Intima ist aber überall durchscheinend angedeutet. Frisches Präparat ohne Färbung, in verdünnter Müller'scher Flüssigkeit. Vergrösserung etwa 140 Mal.

Ausf Ausführungsgang der Giftblase. *Polst* Polster der Giftblase. *Neb* Nebendrüse. *Fr* Freie Anfangsschläuche der Giftdrüse. *tr* Tracheen der Giftdrüse und der Giftblase. *tr'* Tracheen der Nebendrüse. *Musc* Ringmuskeln der Giftblase mit der Tunica propria. *Musc'* Feines Netzwerk längsgestreifter Muskeln der Nebendrüse mit deren Tunica propria. *Nerv* Nerven der Giftblase. *Nerv'* Nerven der Nebendrüse. *Int* Intima der Giftblase mit ihrer Matrix. *Int'* Intima der Nebendrüse. *P. Rohr* Aufgeknäuelte verzweigte Chitinröhre des Polsters. *fett* Fettzellen des Fettkörpers. *Dr* Drüsenzellenschicht der Nebendrüse. *O* Spaltförmige Ausmündung des Giftblasenausführungsganges. *O'* Spaltförmige Ausmündung der Nebendrüse. *StSch* Linke Stachelscheide, etwas zurückgezogen um die Ausmündungen sehen zu lassen. *StR* Verkümmerte Stachelrinne. *StB* Etwas dislocirte verkümmerte linke Stechborste. *S* Umgebende Cloakencuticula (Segmenthaut), ringsum abgeschnitten.

Fig. 2. Giftblase der Formica rufibarbis ☿, von ihrer ventralen Seite aus gesehen. Der Ausführungsgang ist durchgeschnitten. Vergrösserung etwa 70 Mal.

Ausf Ausführungsgang der Giftblase. *R* Mediale Rinne der ventralen Wand des Ausführungsganges; in diese Rinne zum Theil eingesenkt liegt die hintere Hälfte (der Hals) der Nebendrüse (in dieser Figur ist sie aber weggenommen). *V* Medialer Theil der ventralen Wand der Giftblase, welcher keine Spur von Muskeln hat. *Musc* Ringmuskelfasern der Giftblase, die ein Drittel etwa der ventralen Fläche derselben in der Mitte frei lassend, mit einander bogenförmig anastomosiren.

Fig. 3. Querschnitt durch die Giftblase von Formica rufibarbis ☿, etwa 40 Mal vergrössert.

V Ventrale Wand derselben. *D* Dorsale Wand. *Int* Intima. *Musc* Tunica propria mit ihren Muskeln; sie umhüllt zugleich das Polster und die Intima. *tr* Ein Tracheenstamm des Polsters. *Polst* Polster.

Fig. 4. Das Ende einer Verästelung der Drüsenröhre des Polsters der Giftblase von Formica rufibarbis ☿, nahe an der Einmündung derselben in die Blase. Färbung der Kerne mit Fuchsin (HERMANN'sche Methode). Vergrösserung: HARTNACK, Syst. IX, Ocul. 1.

Int Intima der Drüsenröhre. *K* Kerne der Drüsenzellen. *Prot* Protoplasma der Drüse. *W* Polygonale Zellencontouren an der Oberfläche der Intima.

Fig. 5. Ein Stück der Drüsenröhre des Giftblasenpolsters von Formica rufibarbis ☿, sehr weit von der Einmündung derselben in die Blase. Alles wie in Fig. 4, nur fehlen die Zellencontouren an der Oberfläche der Intima.

Fig. 6. Anfangsstück des einen der beiden freien Anfangsschläuche der Giftdrüse von Formica rufibarbis ☿. In der unteren Hälfte sind die Drüsenzellen abpräparirt und das mediale Chitinrohr (Intima) mit seinen Seitenröhrchen liegt frei: HARTNACK, Syst. IX, Ocul. 2.

Z Drüsenzellen mit ihren deutlichen Grenzen. *K* Kerne derselben. *Int* Intima des Drüsenschlauches oder centrale Chitinröhre. *SR* Abpräparirte Seitenröhrchen derselben, die in die einzelnen Zellen gehen. *Propr* Tunica propria des Drüsenschlauches. *tr* Tracheen mit sog. Peritonealhaut.

Fig. 7. Einmündung der Hauptröhre der Giftdrüse (im Polster) in das obere Viertel der dorsalen Wand der Giftblasenintima, bei Formica rufibarbis ☿. Es ist nur die Cuticula (Intima) gezeichnet: HARTNACK, Syst. IV, Ocul. 2.

HR Hauptdrüsenröhre der Giftdrüse, bei *a* in die gefaltete Intima, *Int*, der Giftblase einmündend. *Verz* Verästelte Seitenzweige der Hauptröhre.

Fig. 8. Drüsenzellenlage der Nebendrüse von Lasius niger ☿. Frisches Präparat von der Oberfläche aus gesehen. Drüse gefüllt mit ihrem Secret, in toto in verdünnte MÜLLER'sche Flüssigkeit eingelegt: SEIBERT, Immers. VIII, HARTNACK, Ocul. 2.

Fig. 8*a*. Optischer Querschnitt der Wand der Nebendrüse von Lasius niger ☿ (senkrecht zur Drüsenoberfläche). Präparat gleich behandelt und gleich vergrössert wie das in Fig. 8.

Musc Optischer Querschnitt der Muskelfasern an der Drüsenoberfläche. *Prop* Tunica propria der Drüse. *Küg* Schicht der freien gelblichen Kügelchen. *Z* Grosse, helle Drüsenzellen. *K* deren Kerne. *Int* Intima der Drüse. *Tropf* Tropfen, die in der Inhaltsflüssigkeit des Drüsensackes schwimmen.

Fig. 9. Tunica propria der Nebendrüse von Lasius niger ☿, mit den sie bedeckenden Muskeln und Tracheen, sowie mit den (durchscheinenden) dicht unter ihr liegenden Kügelchen; von der Oberfläche gesehen. Präparat gleich behandelt und gleich vergrössert wie in Fig. 8.

tr Tracheen. *Musc* Netz längsgestreifter allerfeinster Muskelfasern ohne erkennbare Querstreifung. *Küg* dichte Lage der feinsten gelblichen Kügelchen (vergl. Fig. 8*a*).

Fig. 10. Giftapparat von Bothriomyrmex meridionalis ☿ von der dorsalen Seite gesehen. Alkoholpräparat. Fuchsinfärbung: HARTNACK, Syst. VII, Ocul. 1.

St Stachelrudiment mit einem Stück der zugehörigen Cloakenhaut (Segmenthaut). *StSch* Stachelscheiden. *StR* Stachelrinne. *StB* Stechborsten. *Neb* Nebendrüse mit den Kernen der Drüsenzellen. *Ausf* Ausführungsgang der Giftblase. *Bl* Giftblase. *Fr* Freie Drüsenschläuche der Giftdrüse. *Kn* Knopfförmige Endanschwellung der Giftdrüse im Inneren der Blase. Hier, wie bei *Fr* sieht man deutlich die Contouren der Drüsenzellen, sowie darin deutliche Kerne mit Körnchen. *tr* Tracheen der Giftdrüse. *tr'* Tracheen der Nebendrüse.

Fig. 11. Giftapparat der Myrmica laevinodis ☿, von der dorsalen Seite aus gesehen. Vom Stachel ist allein die Spitze (eigentlicher Stachel) gelassen worden. Frisches Präparat, ohne Färbung, in verdünnter Müller'scher Flüssigkeit. Giftblase und Nebendrüse beide noch mit Secret gefüllt: Hartnack, Syst. IV, Ocul. 1.

St Spitze des Stachels. *Bl* Giftblase mit ihren feinen sternförmigen Intimafalten. *Fr* Freie Drüsenschläuche der Giftdrüse. *Inn* gewundener Theil der zu einem Schlauch vereinigten Giftdrüse, welcher im Innern der Blase, von der eingestülpten Blasenintima umgeben, pendelt. *Kn* Knopfförmige Endanschwellung desselben. *Münd* Ausmündug der centralen Giftdrüsenröhre (Drüsenintima) in die Blase. *Ausf* Ausführungsgang der Giftblase. *Neb* Nebendrüse. *Int'* Durchscheinende Intima derselben.

Fig. 12. In der Blase liegender Theil der Giftdrüse von Myrmica laevinodis ☿. Von der Giftblase und von den freien Drüsenschläuchen sind nur die angrenzenden Partien erhalten. Frisches Präparat in verdünnter Müller'scher Lösung: Hartnack, Syst. IX, Ocul 1.

Fr Basis der beiden freien Drüsenschläuche, mit deren Secretionszellen und Kernen, sowie mit deren centraler Chitinröhre oder Intima. *x* Vereinigungspunct beider Drüsenschläuche, und besonders ihrer beiden centralen Chitinröhren zu einem unpaaren Drüsenschlauche. *Bl* Stück der Intima der Giftblase an der Stelle, wo sie durch die sich einsenkende Drüse eingestülpt wird. *ABl* Aeussere Hülle oder Tunica propria der Blase, die sich direct in die Tunica propria der freien Drüsenschläuche fortsetzt. *Falt* Sternförmige Falten der Blasenintima. *Int Dr* Centrale Chitinröhre oder Intima des unpaaren inneren Drüsenschlauches. *Int Bl* Eingestülpte Intima der Giftblase, welche den inneren unpaaren Drüsenschlauch der Giftdrüse einhüllt. *Dr* Drüsenzellen dieses inneren Drüsenschlauches mit ihren Kernen. Sie liegen zwischen *Int Dr* und *Int Bl*. *Kn* Knopfförmig angeschwollenes Endstück des inneren Drüsenschlauches. *Dr'* Drüsenzellen desselben mit ihren Kernen. *Münd* Mündung der centralen Chitinröhre des inneren Drüsenschlauches in die Blase, wobei dieselbe direct in die eingestülpte Blasenintima sich fortsetzt.

Fig. 12*a*. Ein Stückchen der centralen Chitinröhre des inneren Drüsenschlauches von Myrmica rubida ☿ in Verbindung mit einem ihrer feinen Seitenröhrchen, das in eine Drüsenzelle geht. Präparat, das, nach der Isolation der centralen Röhre, mit Kali causticum und Druck des Deckglases behandelt wurde: Seibert, Immers. VIII, Hartnack, Ocul. 2.

Int Dr Centrale Chitinröhre mit ihren Ringfalten. *ZG* Feinstes Seitenröhrchen zu einer Zelle. *Z* Protoplasma dieser Zelle. *K* Kern derselben.

Fig. 13. Ein abgerissenes Stück des einen freien Drüsenschlauches der Giftdrüse von Myrmica laevinodis ☿. Frisches Präparat in Aq. destillat., mit Anwendung eines leichten Druckes des Deckglases wobei das Protoplasma der Drüsenzellen zusammenfloss und ihre Kerne zum Theil isolirt wurden: Seibert, Immers. VIII, Hartnack, Ocul. 2.

Prop Tunica propria des Drüsenschlauches. *Int Dr* Centrale Chitinröhre oder Intima derselben. *Prot* Zusammengeflossenes Drüsenzellenprotoplasma. *Röhr* Feinste Chitinröhrchen, die aus der centralen Röhre zu den einzelnen Zellen gehen (Ausführungsgänge der Zellen). *K* Kerne der Drüsenzellen. *K'* Solche, die durch Ausfliessen gänzlich isolirt worden sind. *K''* Solche, welche durch Quellung einen Riss in ihre Membran bekommen haben, wodurch der Kerninhalt im Austreten begriffen oder bereits ausgetreten ist. *Nuc*, *Nuc'*, *Nuc''* In Form eines sog. Nucleolus zusammengeballter körniger Kerninhalt.

Fig. 14. Flügelförmig erweitertes Endstück (Knopf) des in der Blase befindlichen Drüsenschlauches der Giftdrüse von Paraponera clavata ☿, von der Seite gesehen (beide Flügel halb geschlossen). Glycerinpräparat ohne histol. Einzelheiten gezeichnet: Hartnack, Syst. IV, Ocul 1. (Diese Ameise ist über 2 Centimeter lang.)

Münd, *Int Bl*, *Int Dr* wie in Fig. 12. Letztere durch die Blasenintima hindurch gesehen. *Fl* Die zwei seitlichen, flügelförmig erweiterten Lappen der Endanschwellung der Drüse (des Knopfes).

Fig. 15. Analdrüsen und -Blasen des Bothriomyrmex meridionalis ☿, von der dorsalen Seite aus gesehen. Rechts ist die Drüse von der Blase etwas abgezogen und in ihrem breitesten Durchmesser sichtbar, damit man den Uebergang der Muskelfasern der Blase auf die Drüse sehen kann. Links ist die Drüse in ihrer natürlichen Lage, aber nur im Umriss gezeichnet. An der linken Blase ist die Tunica propria mit den Muskelfasern abgetragen, damit die Intima frei liegt. Alkoholpräparat in verdünnte Müller'sche Flüssigkeit versetzt (mit Hülfe frischer und gefärbter Präparate wurde die Figur vervollständigt): Hartnack, Syst. IV, Ocul. 3.

Dr Traubenförmige Analdrüse, links nur im Umriss gezeichnet. *Int Dr* Hauptausführungsgang (Sammelgang) der Analdrüse. *Röhr* Ausführungsgänge der einzelnen Zellen (Seitengängchen). *Münd* Einmündung des Hauptausführungsganges der linken Drüse in die Intima der entsprechenden Blase. *Bl* Die beiden grossen ovalen Analblasen (deren Intima). *Prop* Tunica propria der rechten Blase. *MF* Matrixkerne und Falten der Intima der linken Blase. *tr* Tracheen der rechten Drüse. *tr'* Tracheen der rechten Blase. *Musc* Muskelnetz der rechten Blase. *Musc Dr* Directe Fortsetzung desselben auf die rechte Drüse. *Bas* Quergefaltetes basales Mittelstück (Ampulle), das beiden Blasen gemeinsam ist. *O* fester Chitinring, der die gemeinsame Ausmündung der Blasen in die Cloake umgiebt, resp., der den Uebergang der Intima der Analblasen in die Segmenthaut der Cloake bewerkstelligt.

Fig. 16. Eine Zelle der Analdrüse von Bothriomyrmex meridionalis ☿ in Verbindung mit ihrem Ausführungsgang und ihren Tracheen. Alkoholpräparat mit Fuchsin gefärbt und in Canadabalsam aufgehellt. Mit Hülfe frischer Präparate ergänzt: Seibert, Immersion VIII, Hartnack, Ocul. 2.

ZM Membran der Zelle. *KM* Membran des Kernes. *KK* Sogenannte Nucleoli (Inhaltskörnchen des Kernes). *ZR* In dem Protoplasma der Zelle liegende Chitinröhre (Anfang ihres Ausführungsganges) undeutlich durchscheinend, aber von einem hellen Saum umhüllt. *Ztr* Tracheenästchen, die zu der Zelle gehen. *tr* Letzter Tracheenast, der noch die Spiralleiste besitzt. *trM* Ein Matrixkern desselben. *ZG* Ausführungsgang der Zelle (Intima desselben). *GM* Matrix dieses Ausführungsganges. *GK* Ein Kern dieser Matrix. *Int Dr* Ein Stück des Hauptausführungsganges der Analdrüse, in welchen der Ausführungsgang der Zelle mündet (Intima dieses Stückes). *J* Inhaltskörnchen desselben (des Drüsensecretes). *HM* Matrix desselben. *HK* Matrixkerne.

Fig. 17. Eine ähnliche Zelle wie in Fig. 16 nach Behandlung mit Kali causticum und mit Druck des Deckglases. Vergrösserung und Bezeichnungen wie in Fig. 16. Der Kern der Zelle ist sehr ausgedehnt durch Quellung und Druck. Der chitinöse Ausführungsgang der Zelle tritt in das Protoplasma derselben ein, wo er mehrere Schlingen bildet und verliert sich schliesslich in diesem Protoplasma.

Fig. 18. Topographische, etwas schematisirte Darstellung der in die Cloake mündenden Organe bei Botriomyrmex meridionalis ☿: Vergrösserung 35 Mal.

4, 5 und 6 Optischer Durchschnitt der Rückenschienen der 4., 5. und 6. wirk-

lichen Abdominalsegmente (Knoten des Petiolus als 1 Segment gerechnet). 4′, 5′, 6′ Das gleiche für die Bauchschienen derselben Segmente. *RG* Stück des Rückengefässes. *ABl* Rechte Analblase. *ADr* Rechte Analdrüse. *Darm* Darmcanal (Darm und Rectum). *Gift* Giftblase mit Drüse. *Neb* Nebendrüse des Giftapparates. *Ov* Verkümmerte Ovarien mit Scheide. *Nerv* Die drei letzten Abdominalganglien des Bauchstranges mit deren Commissuren. *Fd* Vereinigung der beiderseitigen Ovarienfäden dorsal vom Darmcanal, und ihre Anheftung am Rückengefäss durch ein Ligament.

Zwischen 6 und 6′ liegt eine quere (hier weit offen gezeichnete) Spalte, die zu einer inneren Höhle: der Cloake führt. In dieser Cloake findet man nun, von der 6. Dorsalschiene aus nach der 6. Ventralschiene zu gerechnet:

1) *Y* Gemeinsame Ausmündung der Analblasen.

2) *A* Anus (Ausmündung des Rectum's).

3) *St* Stachelrudiment, in welches zuerst die Giftblase und dann (weiter ventralwärts zu) die Nebendrüse des Giftapparates ausmünden.

4) *W* Ausmündung des verkümmerten weiblichen Geschlechtsapparates.

Abgrenzung der Ordnung der Oscinen von den Clamatoren Scansoren und Columbiden durch die Structur der Eischalen.

Von

W. v. Nathusius (Königsborn).

Mit 5 Holzschnitten.

Als der Verfasser in dieser Zeitschrift (Band XVIII. H. 2) eine Arbeit: über die Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben, veröffentlicht hatte, verdankte er einer von C. Th. v. Siebold gegebenen Anregung, dass er die systematischen Beziehungen der Eischalenstructur weiter verfolgte, namentlich an den so interessanten jetzt ausgestorbenen straussartigen Riesenvögeln Neuseelands und Madagascars. Auch das erste Material hierzu verdankte ich der Vermittlung v. Siebold's (vgl. Band XX u. XXI dieser Zeitschrift). Die grosse Bedeutung der Eischalen-Structur für die systematische Gruppirung der Vogelarten stellte sich mir als unzweifelhaft heraus. Im Cabanis'schen Journ. f. Ornithologie v. 1871 Nr. 112 habe ich die Resultate späterer in dieser Richtung ausgeführter Untersuchungen auch in Bezug auf Speciesunterschiede kurz dargelegt und ebendaselbst Nr. 125 1874 den Speciesunterschied zwischen Corvus corone und Corvus cornix, wie er in der Eischalenstructur hervortritt und durch die häufig vorkommende Bastardirung dieser Krähen modificirt wird, specieller bearbeitet.

Eine ziemlich lange Reihe von Schalenschliffen eines grossen Theils der Genera, welche Repräsentanten sämmtlicher Familien der Ordnung der Schwimmvögel enthält, liegt mir vor. Auch diese lässt keinen Zweifel darüber, dass die Eischalenstructur für die systematische Gruppirung in vielen Fällen characteristisch sein kann. Eine gewisse

Uebereinstimmung innerhalb der Genera, und Aehnlichkeit innerhalb der Familien in ihrer gewöhnlichen Abgrenzung ist unverkennbar, und wenn daneben in einzelnen Fällen bestimmte Abweichungen hervortreten, z. B. Spheniscus (Pinguin) sich dem sehr characteristischen Typus der Ruderfüsser (Steganopoden), wie ihn Pelecanus und Haliaeus zeigt, weit enger anschliesst, als dem der Alken, welchen er meistens hinzugerechnet wird, so ist dieses nicht überraschend und hebt den Werth der Eischalenstructur als eines systematischen Kriteriums keineswegs auf. Bekannt ist, wie schwierig und controvers bei den Vögeln die systematische Eintheilung ist, und gerade diese Schwierigkeit erhöht das Interesse an solchen neuen Kriterien, welche eine gewisse Bedeutung beanspruchen dürfen.

Aehnliche fast noch interessantere Resultate ergiebt eine ziemlich umfassende Suite von Eischalenschliffen der Hühnervögel, denn hier tritt ein gemeinsamer, characteristischer Typus bei Phasianiden und Tetraoniden mit grosser Uebereinstimmung auf. Ausnahmen hiervon habe ich nur darin gefunden, dass Numida sehr nach dem Struthioniden-Typus hinneigt, und dass Pterocles gänzlich abweicht. Es ist bei dem Umstande, dass manche Ornithologen schon jetzt Pterocles zur Familie der Tauben zählen sollen, der taubenähnliche Typus seiner Eischale wirklich sehr auffallend[1]).

Wie die Crypturiden sich in der Eischalenstructur gänzlich von den eigentlichen Hühnern ablösen, habe ich schon früher in dieser Zeitschrift nachgewiesen. Einen echten Penelopiden zu untersuchen ist mir endlich bei Crax alector gelungen. Die Eischale schliesst sich vollständig an den eigentlichen Hühnertypus an, während die Megapodier, von welchen ich allerdings auch nur Megapodius nicobariensis untersuchen konnte, nicht unerheblich abzuweichen scheinen.

Die Abbildung und erschöpfende Erläuterung längerer Reihen von Eischalenschliffen wird eine so umfangreiche Arbeit, dass sie sich mehr für eine monographische Behandlung eignet; ein Punct dürfte indess bei der Kürze, welche seine Darlegung gestattet, und den allgemeinen Beziehungen, auf welche er hindeutet, hier Platz finden können.

Die Abgrenzung der Ordnung der Oscinen, wie sie von Joh. Müller und Anderen auf bestimmte anatomische Kennzeichen, namentlich auf den sogenannten Stimmmuskelapparat hin, festgestellt und jetzt wohl von fast allen Ornithologen acceptirt ist, ergab die über-

1) Allerdings konnte ich bis jetzt nur ein Ei von P. tachypetes untersuchen, und weil es so schwierig ist, bei Eiern der richtigen Bezeichnung ganz sicher zu sein, dürfen solche einzelne Resultate nur mit grosser Vorsicht aufgenommen werden.

raschendsten Abänderungen der früheren Systeme, indem Vögel, die bis dahin demselben Genus eingereiht waren, nun ganz verschiedenen Ordnungen angehören, wie z. B. die Haus- und Rauchschwalbe Oscinen sind, während die Thurmschwalbe bei den Clamatoren (Schreivögeln) steht. Die über den äusseren Habitus vorwiegende Bedeutung tiefer gegriffener Kriterien wird hierdurch sehr bestimmt illustrirt. Ein neues systematisches Kriterium an einem so bestimmt festgestellten Verhältniss, als die Gruppirung der Oscinen darbietet, zu prüfen, lag nahe, ich wagte mich indess erst spät an eine solche Aufgabe, die als eine besonders schwierige erschien.

Die Eischalen der sämmtlichen Ordnungen, welche als Nesthocker (aves sitistae) zusammengefasst werden (Singvögel, Klettervögel, Raubvögel und Tauben) besitzen eine viel einfachere Structur als die der Nestflüchter (aves autophagae), die Hühner, Laufvögel, Sumpfvögel und Schwimmvögel begreifend. Bei Letzteren bewirken die mikroskopisch kleinen, runden, kalkfreien Organismen, welche von der an und für sich durchsichtigen Grundsubstanz der Schale eingeschlossen werden, durch ihre lagenweise oder säulenförmig abgegrenzte Anhäufung, dass in den Schalenschliffen zierliche Zeichnungen durch undurchsichtige, also bei durchfallendem Licht dunkle Regionen entstehen. Bei den Nesthockern ist dieses nicht der Fall. Nur bei den Raubvögeln, namentlich den Tagraubvögeln, finden sich Andeutungen ähnlicher Gliederungen und sonstige auffallende Structurverhältnisse. Bei den übrigen Nesthockern erscheinen die mittleren Schalenschichten gleichmässig undurchsichtig, während die die innerste Schicht bildenden und von mir als Mammillen bezeichneten zitzenförmigen Hervorragungen der inneren Schalenfläche verhältnissmässig durchsichtig sind und keine characteristischen Zeichnungen darbieten. Erst die fortschreitende Uebung in der Herstellung befriedigenderer Präparate und das genauere Studium längerer Reihen von Schliffen gewährten die Ueberzeugung, dass auch hier noch feinere Unterschiede nachweisbar sind, und ging ich nun mit der Präparation einer geeigneten Suite von Schliffen einerseits von Oscinen, andererseits von Schrei- und Klettervögeln vor. Von Tauben war schon genügendes Material vorhanden, ebenso auch von Raubvögeln, letztere sind aber so characteristisch, dass ein näheres Eingehen auf sie nicht erforderlich war. Ihre Verschiedenheit von den Oscinen ist handgreiflich. Von Letzteren befinden sich in meiner Präparatensammlung Quer- und Tangentialschliffe von [1]:

[1] Verfasser hat Ornithologie nie specieller betrieben und ist auf dieses Feld nur von allgemeinern Gesichtspuncten ausgehend gerathen; er beansprucht also auch nicht die neuere Nomenclatur zu beherrschen und giebt hier die Namen ein-

Corvus cornix.
- corone.
- pica.
Sturnus vulgaris (nur Tangentialschliffe).
Lanius collurio - - -
Turdus viscivorus - - -
Fringilla domestica - - -
Troglodytes parvulus.
Hirundo riparia.
- rustica (nur Tangentialschliffe).
Motacilla flava - - -

Von Schreivögeln:
Caprimulgus europaeus.
Steatornis caripensis.
Cypselus murarius.
Upupa epops.
Merops apiaster (nur Tangentialschliffe).
Alcedo ispida.
Coracias garrula.

Von Klettervögeln:
Picus viridis.
Yunx torquilla.
Psittacus ararauna (?).
Neopsittacus (?) (nur Tangentialschliffe).

Von Tauben:
Columba livia domestica in verschiedenen Varietäten.
- - fera.
- oenas.
- palumbus.
- turtur.

Bei sämmtlichen obenerwähnten Oscinen ist der Schalentypus ein übereinstimmender und so, wie ihn Fig. 1 und 2 an Querschliffen von Corvus cornix und Hirundo riparia zeigen.

Wie schon oben bemerkt, sind auch bei den Oscinen wie bei den meisten Nesthockern die mittleren Schalenschichten bis zur Undurchsichtigkeit gleichmässig getrübt, und die Mammillenendungen relativ durchsichtig, aber auch die äusserste Schalenschicht, welche so häufig durch eine besondere Beschaffenheit sich auszeichnet, ist bei den

fach so, wie sie sich in der populär gehaltenen Giebel'schen Naturgeschichte der drei Reiche finden. Für diese allbekannten Arten wird diese einfache Bezeichnung zum Verständniss vollständig genügen.

Oscinen kaum etwas weniger getrübt, und in den Mammillenendungen kommen die kalkfreien Körnchen, welche die Undurchsichtigkeit der mittleren und äusseren Schichten bewirken, noch so häufig vor, dass eine merkliche Trübung entsteht; diese löst sich zwar durch stärkere Vergrösserung überwiegenden Theils in jene Körnchen auf; dass aber nicht daneben auch eine gleichmässige Trübung der Grundsubstanz selbst vorhanden sei, möchte ich wenigstens nicht ableugnen.

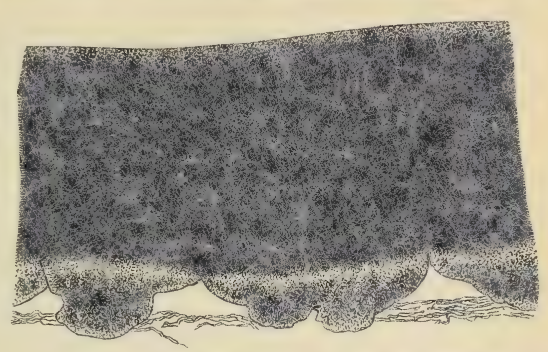


Fig 1. Corvus cornix aus Südrussland (? etwas bastardirt mit C. corone). Querschliff der Eischale 217/1.

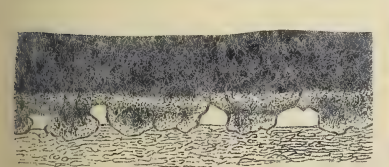


Fig. 2. Hirundo riparia. Querschliff der Eischale. 217/1.

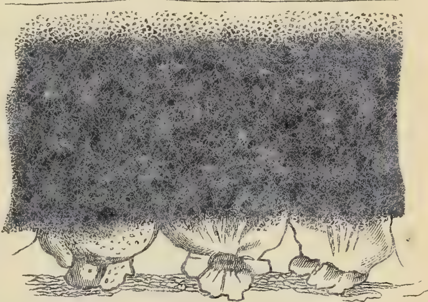


Fig. 3. Coracias garrula. Querschliff der Eischale 217/1.

Ein wesentlich verschiedener Typus stellt sich in den Querschliffen von Coracias garrula und Cypselus muraria (vergl. Fig. 3 und 4)[1] dar. Hier sind die Mammillenendungen wirklich klar und durchsichtig, und in dieselben nur an der Grenze mit der undurchsichtigen mittleren Schicht ganz einzelne Körnchen eingesprengt.



Fig. 4. Cypselus muraria. Querschliff der Eischale 217/1.

Dieses gilt nicht nur für sämmtliche, oben als in dieser Beziehung untersucht angeführte Schreivögel, sondern auch für die ebenda ange-

1) Bei Fig. 1—3 haften die äusseren Schichten der Schalenhaut noch an den Mammillenendungen. Bei Fig. 4 hat sich die Schalenhaut gänzlich abgelöst.

führten Klettervögel und Tauben; es gilt ebenso für die Raubvögel, also für sämmtliche Nesthocker ausser den Oscinen, übrigens auch für einen grossen Theil der Nestflüchter.

Diese Durchsichtigkeit der Mammillenendungen ist also ein mehr negatives Kriterium, während ich die Art der Trübung der Mammillen, wie Fig. 1 und 2 dieselbe zeigt, in Verbindung mit fast gleichmässiger Undurchsichtigkeit der übrigen Schichten für ein positives Kennzeichen der Eischalen der Oscinen zu erklären, nach den mitgetheilten Thatsachen mich für berechtigt halte.

Auf Tangentialschliffen der Schalen tritt diese Eigenthümlichkeit der Oscinen bei Betrachtung des Schliffs mit unbewaffnetem Auge und bei durchfallendem Lichte ziemlich deutlich hervor, indem die hellere Region, welche da auftritt, wo der Schliff durch die Mammillen geht, auch ohne Vergrösserung eine merkliche Trübung zeigt, während dieselbe Region bei Schreivögeln, Klettervögeln etc. auffallend klarer ist. Für die Tangentialschliffe ist der Gegensatz bei mikroskopischer Betrachtung nicht immer ein ganz klarer. Dieses rührt daher, dass die wirkliche Dicke der Schichten, um welche es sich handelt, eine sehr geringe ist; z. B. hat der durchsichtige Theil der Mammillen bei Fig. 4 nicht 0,02 Mm. Dicke. Nur selten und an ganz beschränkten Stellen kann es demnach gelingen, die Schliffe so fein herzustellen, dass sich nicht die verschiedenen Schichten mehr oder weniger decken und dadurch das Characteristische zurücktreten kann. Indess finden sich an guten Präparaten immer einzelne Stellen, welche die Verhältnisse deutlich zeigen und dieses häufiger bei den dicken Schalen. Fig. 5 ist die Zeichnung einer Mammille aus einem Tangentialschliff der Eischale von Corvus cornix bei 664facher Vergrösserung, also etwas über dreifacher Grösse als die andern Figuren. Die Endungen der Mammillen liegen in diesem Präparat nach unten und der Querschnitt geht durch den breiteren Theil. Die Figur ist bei Einstellung auf die obere Fläche

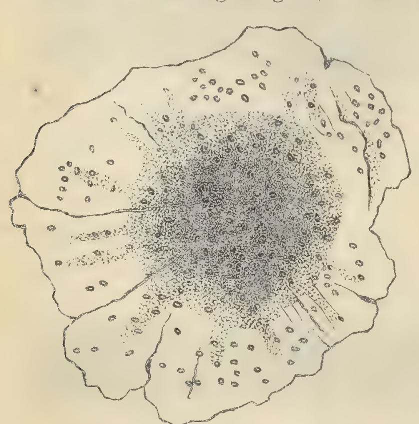


Fig. 5. Corvus cornix. Querschnitt durch den oberen breiten Theil einer Mammille aus einem Tangentialschliff der Eischale. 664/1 [1]).

1) Sämmtliche Figuren sind nach in Balsam liegenden Schliffen bei durchfallendem Licht gezeichnet.

des Schliffes entworfen, so dass man nur die in dem breiteren Theil vorhandene Schicht von Körnchen, die weil sie das Licht schwächer als die Grundsubstanz brechen, den Eindruck von Hohlräumchen machen, deutlich sieht. Wo sich in der Zeichnung in der Mitte der dunkle Fleck zeigt, löst zuweilen schon tiefere Einstellung denselben in eine Körnerschicht auf. Wo der Schliff so tief liegt, dass er dicht über den Mammillenendungen weggeht, ist statt der dunkeln Trübung eine Schicht scharf begrenzter Körnchen sichtbar. Die entsprechenden Schliffstellen der Präparate von Coracias, Cypselus und anderen Schreivögeln zeigen die Mammillen und ihre Endungen durchsichtig klar und ohne Einschlüsse von Körnchen. Trotzdem sind aus den früher erörterten Gründen die Querschliffe der Schalen in dieser Beziehung das characteristischere. Freilich werden in einem zu dicken Querschliff auch bei Coracius, Cypselus etc. die Mammillen eine Art Trübung zeigen, aber ein geübtes Auge unterscheidet diese unschwer von der typischen, zumal ein gutes Präparat so weit keilförmig geschliffen sein muss, dass man dickere und dünnste Schliffstellen zur Vergleichung hat.

Den Schreivögeln ähnlich in Bezug auf die Mammillenendungen verhalten sich Klettervögel und Tauben. Folgt hieraus, dass für die Oscinen eine eigenthümliche und typische Schalenstructur nachweisbar ist, so steht es anders mit den Schreivögeln. Gehe ich von dem Vergleich der oben erwähnten Formen derselben mit den Klettervögeln aus, so würde ich schon danach diese beiden Ordnungen nicht sondern können, und überdem ist die Reihe von Ersteren eine sehr unvollständige, und fehlen in ihr die zahlreichen und bemerkenswerthen Ausländer dieser Ordnung, die übrigens anerkanntermassen eine sehr unsicher und vielfach nur durch das Fehlen des für die Oscinen characteristischen Stimmenmuskelapparats abgegrenzte ist, und auch solche Formen aufnehmen muss, welche man Mangels genügender Bekanntschaft des anatomischen Baues einstweilen hier untergebracht hat.

Innerhalb der Gruppe der Schreivögel würden sich wohl aus der Untersuchung der Eischalen interessante Resultate ergeben, wenn derselbe die vielen auffallenden aussereuropäischen Formen, z. B. Menura unterzogen werden könnten. In dieser Beziehung darf ich wenigstens einen Fall anführen!

Durch die Güte von Dr. Rey in Leipzig erhielt ich einige Fragmente einer zerbrochenen Eischale des sonderbaren höhlenbewohnenden Fettvogels (Steatornis caripensis) aus dem tropischen Amerika, der bis jetzt zu den Nachtschwalben gestellt wird, mit der Bemerkung, dass der äussere Habitus des Eies so wesentliche Unterschiede von Capri-

mulgus zeige, dass eine nähere Untersuchung erwünscht sei. Trotz der minimalen Dimensionen der Fragmente gelang es, die erforderlichen Präparate in Tangential- und Querschliffen herzustellen, und sie zeigen, dass nicht nur kein characteristischer Unterschied zwischen Caprimulgus und Steatornis besteht, sondern in beiden und auch in Cypselus, also in den drei untersuchten Repräsentanten der Caprimulgiden sich ein Verhältniss zeigt, welches bei den übrigen Schreivögeln (Upupa, Merops, Alcedo und Coracias) sowie bei den Klettervögeln fehlt. Die prismatische Gliederung der Schale kommt nämlich bei den Caprimulgiden in der äusseren Schicht derartig zum Ausdruck, dass auf den Tangentialschliffen undurchsichtige, unregelmässige und stumpfeckige Feldchen durch helle Säume begrenzt sich darstellen, während bei den übrigen angeführten Formen die von der Grundsubstanz eingeschlossenen, die Undurchsichtigkeit bewirkenden Körnchen hier gleichmässiger vertheilt sind.

Wie weit die systematische Bedeutung solcher feineren Unterschiede geht, muss allerdings an umfassenderem Beobachtungsmaterial noch geprüft werden, wo sie aber anderweitig schon festgestellte Gruppirungen bestätigen und neu aufgetauchten Zweifeln entgegentreten, beanspruchen sie mit Recht die Beachtung. Die bisherige Oologie, welche eigentlich nur die Textur der Schalenfläche — das sogenannte Korn — die Farbe und die Form der Eier berücksichtigt, beschäftigt sich mit Dingen, welche wegen ihrer Variabilität kaum irgend welche characteristische Bedeutung beanspruchen können.

Wenn im Obigen auf die Vorsicht hingedeutet ist, welche auch bei den aus der inneren Structur der Eischalen zu ziehenden Schlüssen bewahrt bleiben muss, so darf ich wohl daran erinnern, dass leider a l l e systematischen Kennzeichen nur cum grano salis benutzt werden dürfen, und dass es eines Zusammentreffens von Mehreren bedarf; deshalb hat jedes neue Kriterium eine Bedeutung. Immer mehr nimmt die Wichtigkeit der Systematik zu. Man findet zwar noch jetzt Aeusserungen, die dahin gehen, dass die systematische Gruppirung nur den Zweck habe, das Studium zu erleichtern; aber solche dürften doch ausserhalb der jetzigen Bewegung der Wissenschaft stehen. Für die phylogenetische Hypothese ist selbstverständlich das System, welches aus ihren vermeintlichen Stammbäumen besteht, die eigentliche Blüthe der Naturhistorie. Wenn diese Hypothese berechtigt wäre, so enthielte ja allerdings das System eine wirkliche Geschichte der ganzen Natur: ein Gedanke, dessen Grossartigkeit unleugbar ist, und vielleicht dasjenige ist, was einen Theil der Anhänger der Phylogenie in diese Bahnen lockt. Ich muss mich zu der direct entgegengesetzten Auffassung

in Gemeinschaft mit denen bekennen, welche bestreiten, dass die Phylogenie auf einem ganz wissenschaftlichen Boden steht, indem ihr der Beweis ermangelt, und sie sich mehr auf dem unwissenschaftlichen Felde des »Erklärens« bewegt.

Für die Gegner der Phylogenie hat die Begrenzung der Art allerdings eine grössere Wichtigkeit, als die Gruppirung der Arten zu Gattungen, Familien und Ordnungen; und ich glaube in den Eingangs angeführten Arbeiten gezeigt zu haben, ein wie scharfes und sicheres Kriterium, zur Sonderung der Arten, die Eischalenstructur sein kann, indem sie von den allerstärksten Variationen, welche die Domestication in anderen Beziehungen hervorbringt, in den entscheidenden Puncten absolut unberührt bleibt. Dieses gilt z. B. für die domesticirten Formen der Felsentaube, in welchen Darwin eine so starke Stütze für seine Auffassungen zu finden glaubte. Columba palumba und oenas sind dabei sowohl unter sich als von den Varietäten der C. livia nach gewissen Formen des Eischalenbaues streng zu unterscheiden. Es gilt ferner für die zahme und die wilde Graugans in ihrer Uebereinstimmung unter sich und deutlicher Unterschiedenheit von der Saatgans (Anser segetum); für die Varietäten des Haushuhns und seiner wahrscheinlichen indischen Stammformen (Gallus sonnerati und Bankiva); endlich auch für den zahmen und den wilden Pfau, während sich ein wirklicher Speciesunterschied meistens auch in der Eischale nachweisen lässt, z. B. zwischen Cygnus olor und Cygnus musicus, zwischen Corvus corone und Corvus cornix, zwischen den verschiedenen Fasanen etc. etc. Auch die Gruppirung der Arten gewinnt indessen für die Anhänger der Linné'schen Schule, wenn ich die Gegner der Phylogenie so bezeichnen darf, eine um so grössere Bedeutung, je mehr wir den Nachweis eines geistigen Inhalts der Natur, das Suchen von Gedanken, deren Verwirklichung sie ist, als ein der Forschung würdiges Problem anerkennen, und in dem Verfolgen blosser Zufälligkeit ein solches eben so wenig, als in dem Spiel mit einem Kaleidoskop sehen.

Es durfte wohl hiermit auf diese grosse, für die gegensätzliche Auffassung gemeinsame Wichtigkeit der Systematik hingewiesen werden, um zu rechtfertigen, dass auf solche Structur-Einzelnheiten die Aufmerksamkeit gelenkt wurde.

Beiträge zur postembryonalen Gliedmassenbildung bei den Insecten.

Von

H. Dewitz.

Mit Tafel V.

Darwin spricht in seiner »Entstehung der Arten« über die Schwierigkeit, welche die sog. Neutra der in Staaten lebenden Insecten, besonders die Arbeiter der Ameisen durch ihre von den geschlechtlichen Thieren so abweichende Körpergestalt, hervorgerufen durch den gänzlichen Mangel der Flügel, seiner Lehre entgegenstellten. Dieses veranlasste mich, zu untersuchen, ob nicht wenigstens Rudimente dieser Gliedmassen, wie wir solche bei den Orthopteren so oft antreffen, zu finden wären. — Lange war mein Suchen vergeblich, bis ich ihre Larven vornahm und an den Seiten der beiden hinteren Brustringe zwar sehr kleine, doch bei einiger Anstrengung auch von aussen, durch die Chitinhaut noch deutlich wahrnehmbare Imaginalscheiben (Weismann) auffand. Dieses war also zunächst die Veranlassung zu nachstehenden Beobachtungen, doch habe ich dann auch die Bildung der übrigen Brustanhänge der Ameisen und des Schmetterlingsflügels untersucht, wobei der innere Ausbau der Gliedmassen, welcher durch hineintretende Tracheen und Nerven bewirkt wird, vorläufig nicht berücksichtigt ist.

Beinbildung bei Formica Rufa L. (Arbeiter) im Larvenstadium.

Die erwachsenen Arbeiterlarven von Formica Rufa L. besitzen eine Länge von 0,006 M.[1]); ihr Körper besteht aus 13 Ringen ausser dem

1) 0,006 M. gekrümmt, 0,0075 M. gestreckt.

Kopfe und spitzt sich nach vorn etwas zu, während das hintere halbkuglig abgerundete Ende fast noch denselben Durchmesser zeigt, wie der mittlere, dickste Theil. Kopf und Brust krümmen sich der Bauchseite zu. Der Kopf ist, wie bei allen madenartigen Hymenopterenlarven klein, doch nimmt man deutlich die Kiefer und Unterlippe mit ihren kurzen Tastern wahr. Die Länge der ersten Körpersegmente ist auf der Rückenseite eine viel beträchtlichere als auf der Bauchseite, und so wird die Krümmung des vorderen Abschnittes hervorgebracht. Die Stigmen (Fig. 1 *c*) sind kreisrund und liegen, der Rückenseite genähert an dem vorderen Theile eines jeden Segmentes; das erste Stigma gehört, wie man sich aufs deutlichste überzeugen kann, dem zweiten Brustringe an. Wenngleich bei der späteren Entwickelung die Theile des Brustkastens sich sehr verändern, und die Stigmen sich hierbei verschieben, so dass das erste auf der Grenze des ersten und zweiten Brustringes zu liegen kommt, und man bei dem erwachsenen Thier (Fig. 2 *c*) nicht mehr unterscheiden kann, welchem Abschnitte der Brust es angehört, so lehrt uns doch das Larvenstadium, dass das erste Segment stigmenfrei ist. — Die noch nicht erwachsenen Larven besitzen dieselbe Körpergestalt, doch in den jüngsten Stadien einen im Verhältniss viel stärkeren Kopf.

Bei den jungen Larven sieht man neben jedem der drei Brustganglien die Anlage eines Beinpaares in Gestalt kleiner kreisförmiger Verdickungen der Hypodermis (Fig. 3), welche am hinteren Rande der Brustringe liegen. Die sechs Scheiben differenziren sich dann in der Weise, dass sie sich in zwei Theile spalten (Fig. 3 *A* von aussen, Fig. 3 *B* im schematischen Durchschnitt gesehen; *v* vorn, *h* hinten, *x* Chitinhaut, *z* Hypodermis, *i* Körperhöhlung), einen kugligen Kern, die Anlage des Beines (Fig. 3 *B* α'), und ein denselben zum Theil umhüllendes, schüsselförmig gehöhltes Blatt (Fig. 3 *B* α). Die Spaltung geht vom hinteren Theil aus (Fig. 3 *h*) und zieht sich dann um die ganze Scheibe herum, so dass der kugelige Kern nur an der Basis mit der umgebenden Hülle verwachsen ist (Fig. 3 *B*). Es entsteht jetzt unter der alten (Fig. 3 *D* x) eine neue Chitinhaut (x'), welche natürlich ebenso, wie von allen übrigen Theilen der Hypodermis auch von den sechs Vertiefungen und ihren Wärzchen abgeschieden wird ($\alpha'' - \alpha''$ und ξ). Man kann sich hiervon überzeugen, wenn man nach Abheben der alten Chitinhaut auch die darunter liegende neue von der Hypodermis zieht, was nicht immer gelingt, da die beiden letzteren noch zu fest mit einander verbunden sind. Die junge Chitinhaut hat ein sehr runzliges Ansehen. Da der Körper sich unter der alten Chitinhaut wohl nicht viel vergrössern kann, indem diese keiner starken Ausdehnung fähig

ist, so muss sich die Hypodermis bei ihrem Wachsthum in Runzeln legen. Die neu ausgeschiedene Chitinhaut zeigt natürlich, da sie der Abdruck der Hypodermis ist, dieselben Runzeln. Später, wenn die alte Chitinhaut abgestossen ist, dehnt sich die Körperwand, wobei die Runzeln in Hypodermis und Chitinhaut wieder ausgeglättet werden. An dieser noch unter der alten Chitinhaut liegenden neuen, runzligen sah ich, nachdem es mir gelungen war, dieselbe vom Körper abzuziehen, die Abdrücke der sechs Vertiefungen und ihrer Wärzchen (Fig. 3 *D* α''—α'' und ξ). Bald jedoch lösen sich diese Theile (α und α') von der Chitinhaut, da sich Grösse und Form ersterer schnell verändert. Ihr Wachsthum geht in der Weise vor sich, dass sich die schüsselförmigen Vertiefungen, wie auch die Wärzchen nach dem Inneren des Körpers zu und nach hinten verlängern, und so sehen wir bei halb erwachsenen Larven, bei denen die alte Chitinhaut natürlich schon längst abgestreift ist, kleine Säckchen, welche ein längliches Wärzchen einschliessen (Fig. 4 von aussen, Fig. 4 *A* im Längsschnitt); beide sind nur am vorderen Ende mit einander verwachsen. Die Haut der Säckchen (α) hat am hinteren Ende fast gänzlich das körnige Ansehen der übrigen Hypodermis (z) verloren, ist hier hell und durchsichtig geworden, der vordere Theil bleibt noch verdickt und ist ebenso wie die im Inneren liegenden Beinwärzchen (α') von körniger Structur. Die von der Chitinhaut (x) überdeckte Oeffnung des Säckchens (bei α'') hat nicht viel an Grösse zugenommen, so dass sie im Verhältniss zur Grösse der Säckchen im Vergleich zum früheren Stadium klein erscheint. Die Imaginalscheiben[1]) des ersten Segmentes sind den übrigen in ihrer Entwickelung stets voraus, da sie das stärkste Beinpaar liefern. Jedes der drei Paar Imaginalscheiben liegt am hinteren Rande eines der drei Brustringe und ist mit seinem hinteren Theile unter das dahinter liegende Segment gerückt; so bedeckt z. B. der Vorderrand des zweiten Körperringes (Fig. 4 u. 4 *Ag*) den hinteren Theil des ersten Scheibenpaares, welches dem Hinterrande des ersten Körperringes angehört.

Bei den erwachsenen Larven haben sich die Einstülpungen der Hypodermis bedeutend vergrössert, sind als lange, breite Säcke ins Innere des Körpers hineingewachsen, so dass sie mit ihrem hinteren Ende weit in das dahinter liegende Segment hineinreichen (Fig. 5 u. 7 α). Auch hat sich bei der Grössenzunahme die Oeffnung der Säcke, wo diese in die angrenzende Hypodermis übergehen, vergrössert. Der hintere Theil eines jeden der drei Brustringe hat sich auf der Bauchseite

1) Der Kürze wegen bezeichne ich die Neubildungen mit dem durch WEISMANN in die Wissenschaft eingeführten Namen Imaginalscheiben, wenngleich die Säckchen mit ihren Wärzchen keine Aehnlichkeit mit Scheiben haben.

in Gestalt einer langgestreckten rhombischen Falte nach dem Innern des Körpers etwas eingestülpt, und in jeder der drei Falten (Fig. 5 *d*) liegen die beiden Oeffnungen eines Beinsackes (Fig. 7 bei α''). Die Säcke sind hell und durchsichtig und werden zum grössten Theil von den darin liegenden Beinen (α') ausgefüllt, welche als dicke, drehrunde, aus den kleinen Wärzchen der früheren Stadien entstandene Zapfen in sie hineinragen. Der vordere Theil des Beines, welcher den Oberschenkel liefert, besitzt noch dieselbe Dicke, wie der hintere, halbkugelig abgerundete, aus dem der viel dünnere Fuss hervorgeht. Doch haben sich bereits ringförmige Einschnitte, die späteren Gelenke des Beines gebildet. Der erste Abschnitt, der zukünftige Oberschenkel, ist der längste, die nächstfolgenden, Unterschenkel und Fussglieder, sind viel kürzer. Das Bein ist dem vorderen Ende des umhüllenden Sackes da angewachsen, wo letzterer in die Hypodermis seines Segmentes übergeht. Ueber die rhombische Hautfalte (Fig. 5 *d*) zieht sich die Chitinhaut hinweg (Fig. 6 u. 7 x, Fig. 6 Längsschnitt auf der Mittellinie des Bauches).

Dieselbe Beinbildung findet sich natürlich auch bei den Geschlechtsthieren.

Werfen wir noch einen Blick auf die Chitinausscheidung der jugendlichen Beine. Bereits oben wurde gesagt, dass bald nach der Differenzirung der scheibenförmigen Verdickungen in einen kugeligen Kern und ein umhüllendes Blatt (Fig. 3 *B* α' u. α) eine Häutung stattfindet. Obwohl die Larve noch klein ist, so glaube ich doch nicht, dass eine fernere Häutung während des Larvenlebens eintritt, da ich bei grösseren Thieren nie eine neue Chitinhaut unter der alten gefunden habe. Die bei dieser letzten Larvenhäutung [1]) angelegte neue Chitinhaut ist, wie ich bereits gesagt, sehr runzlig, so dass sie ganz ausgeglättet sehr wohl die Dimensionen der erwachsenen Larve besitzen kann. Auch noch ein anderer Umstand spricht dafür, dass erwähnte Häutung die letzte im Larvenstadium ist. Zieht man einer erwachsenen Larve die Chitinhaut (Fig. 7 u. 8 x) ab, so zeigen sich an ihr da, wo sie den Oeffnungen der Beinsäcke auflag, kreisförmige Abdrücke (Fig. 7 α'' u. 8) von derselben Grösse und Lage, wie wir sie im jugendlichen Stadium (Fig. 3 *D* α''—α'') fanden. Der Schluss, dass seitdem keine neue Chitinabscheidung stattgefunden habe, ist also wohl berechtigt.

1) Hier und im Folgenden habe ich nach dem Beispiel Anderer die letzte vor dem Verpuppen eintretende Häutung als letzte Larvenhäutung bezeichnet, obwohl es vielleicht passender wäre, die bei der Verpuppung eintretende Häutung als letzte Larvenhäutung zu bezeichnen, da hierbei eben die letzte Larvenhaut abgeworfen wird.

Der Rand dieser nach aussen etwas gewölbten Abdrücke setzt sich, wie auch schon damals (Fig. 3 *D* ξ), nach innen in eine dünne Chitinhaut fort (Fig. 7 ξ), welche sich beim Abheben der äusseren, den Körper bedeckenden Chitinhaut aus der Oeffnung des Beinsackes herauszieht, doch hierbei in Fetzen zerreisst und sich so zusammenlegt, dass ihre Form nicht mehr zu erkennen ist. Ihre Bildung verdankt sie dem Spalt zwischen dem kugeligen Beinwärzchen (Fig. 3 *D* α') und der dieses umgebenden Haut (α), und zwar muss dieser Spalt so enge sein, dass nur eine Chitinlamelle zwischen Wärzchen und Haut ausgeschieden wird. Sonderte die Haut (α) und der Kern (α') zwei getrennte Chitinlamellen (Fig. 3 *C* ξ u. ξ') ab, so müsste der kreisförmige, nach aussen etwas gewölbte Abdruck ($\alpha'' - \alpha''$) sich beim Abpräpariren der Häute ξ und ξ' bei α'' und α'' loslösen und in der Chitinhaut x', welche die Körperwand bedeckt, ein kreisförmiges Loch entstehen. Doch tritt dieses nicht ein, sondern der Abdruck (Fig. 8, 7 α'' u. 3 *D* $\alpha'' - \alpha''$) des äusseren Theiles des Beinwärzchens bleibt sowohl bei jungen als bei alten Larven mit der Chitinhaut beim Abpräpariren der nach innen ragenden Hautlappen vollständig im Zusammenhang. Letztere können also nicht aus einer doppelten, wie dieses in Fig. 3 *C* (ξ u. ξ') angegeben ist, sondern nur aus einer einfachen Chitinhaut bestehen. — Während der kreisförmige Abdruck und die Verlängerung des Randes nach innen anfangs dem Beinwärzchen und der umgebenden Hülle (Fig. 3 *D* α' u. α) dicht anliegen, lösen sie sich wohl bald, und obwohl wir sie bei der erwachsenen Larve wiederfinden, stehen sie nicht mehr mit den Neubildungen in Verbindung, da diese bereits viel grössere Dimensionen angenommen haben, denen die auf kleinere Verhältnisse berechneten Chitinabdrücke nicht mehr entsprechen können; wir finden also an der Chitinhaut der erwachsenen Larve nicht den Abdruck der Beinform dieses Stadiums, sondern eines viel früheren. — Das Hauptwachsthum der Beine während des Larvenlebens ist mithin in die Zeit von der letzten Häutung bis zum Verspinnen zu verlegen, doch entstehen sie schon vor der letzten Larvenhäutung und sondern bei dieser ebenfalls eine Chitinhaut ab.

Flügelbildung bei Formica Rufa L. (Arbeiter) im Larvenstadium.

Die Imaginalscheiben der rudimentären Flügel treten später auf, als die der Beine, doch auch schon vor der letzten Larvenhäutung. Sie liegen an den Seiten der beiden hinteren Brustringe, dem Hinterrande derselben genähert, tief nach der Bauchseite herabgezogen, von der Stigmenreihe also viel entfernter, als von den Beinscheiben, dicht

über dem breiten Muskelbande, welches zu beiden Seiten des Bauches verläuft. Es entsteht in der Hypodermis eine längliche mit den beiden Enden dem Bauche und Rücken zugekehrte Verdickung, in welcher sich eine längliche, schlitzförmige Einstülpung zeigt (Fig. 9). Die Scheiben vergrössern sich, indem die Einstülpung nach dem Innern weiter vorschreitet, wobei sich in ähnlicher Weise, wie bei der Beinbildung zwei Theile differenziren, eine umhüllende Haut und ein im Innern dieser liegender massigerer Theil, die Anlage des Flügels. Doch auch hier geht die Bildung nicht in der Weise vor sich, dass zuerst eine Einstülpung stattfindet, und in diese von einem Ende derselben aus die Flügelanlage hineinwächst, sondern Flügelanlage und umhüllende Haut entstehen zu gleicher Zeit durch Spaltung der Verdickung der Hypodermis.

Hält man die erwachsenen Larven, welche in Alkohol oder auf andere Weise erhärtet sind, gegen das Sonnen- oder Lampenlicht, so sieht man auf der Bauchseite der drei Brustringe die Beine (Fig. 1 *a*), und mit nicht zu schwacher Loupenvergrösserung an den Seitentheilen der beiden letzten Brustringe zwei dunkle Puncte (Fig. 1 *b*), die Imaginalscheiben der Flügel, durch die Chitinhaut hindurchscheinen. Letztere sind also, wie Fig. 1 u. 5 zeigen, auch in ihrer höchsten Ausbildung, welche sie eben bei der erwachsenen Larve erreicht haben, im Vergleich zu den Beinen sehr winzig. Ebenso werden sie von den Scheiben der Geschlechtsthiere in den entsprechenden Stadien um Vieles überflügelt.

Aus der oben beschriebenen Anlage der rudimentären Flügelscheiben hat sich bei den erwachsenen Larven durch Einstülpen der Hypodermis (Fig. 10—12 *z*, 11 u. 12 Durchschnitt von 10 in der Richtung *z b'*) nach dem Innern des Körpers eine vollständige Tasche (Fig. 10—12 *b*) gebildet; sie ist platt, ragt nur wenig ins Innere des Körpers hinein, ihr unteres, dem Bauche zugekehrtes Ende ist im Umriss kreisförmig abgerundet, das obere, dem Rücken zugewandte in einen spitzen Zipfel (Fig. 10 *β*) ausgezogen, welcher, der hinteren Seite näher liegend als der vorderen, der Scheibe ein unsymmetrisches Ansehen giebt und an den Hinterflügeln länger als an den Vorderflügeln ist. Die Tasche zeigt dieselbe körnige Structur, wie die Hypodermis, ist in ihrem ganzen Umkreise am Rande verdickt und birgt im Innern einen platten, massigen Körper (Fig. 10—12 *b'*) von körniger Structur und demselben Umriss, wie die umhüllende Tasche, den rudimentären Flügel. Nur die untere abgerundete Spitze letzteres scheint sich von der inneren Wand der Tasche zu lösen, am oberen und wohl auch mittleren Theil ist er mit ihr verwachsen (Fig. 11 Durchschnitt in der Mitte

der Scheibe, 12 am unteren Ende derselben). Nach aussen mündet die Tasche durch eine lange Spalte (Fig. 10—12 b''), welche sich auf ihrem halben Verlaufe etwas winklig nach vorn biegt und aus dem kurzen Schlitz (Fig. 9) der jugendlichen Larve entstanden, sich bedeutend verlängert, weniger jedoch verbreitert hat. An den Rändern der Spalte geht die Tasche in die Hypodermis über.

Ebenso wie die jugendlichen Beine Abdrücke von sich an der Chitinhaut der erwachsenen Larve hinterliessen, so finden wir an dieser Haut (Fig. 11 u. 12 x) auch da, wo sie einer Flügelscheibe aufliegt (bei b''), in die Tasche durch den Schlitz sich hineinsenkende Chitinhäute (ξ), den inneren Abdruck der jugendlichen Scheibe. Also auch die Flügelscheiben wurden schon vor der letzten Larvenhäutung angelegt. Die Entstehungsart der in die Tasche hineinragenden Chitinhäute ist wohl ganz dieselbe, wie bei den Beinen. Doch da der Schlitz der Flügeltasche von Anbeginn sehr enge ist, so konnte ein Abdruck des Flügels an der den Körper überziehenden Chitinhaut, wie wir dieses an den Beinen finden (Fig. 8), nicht stattfinden. Wir sehen vielmehr an der Chitinhaut (Fig. 11 u. 12 x), wo diese dem Schlitz aufliegt, eine lineare Verdickung (Fig. 11 u. 12 bei b'' im Durchschnitt), von welcher aus sich die Hautlappen (ξ) ins Innere der Tasche begeben. Da die Flügelscheiben im Larvenstadium nach der letzten Häutung bedeutend an Grösse zunehmen, so entspricht bei der erwachsenen Larve natürlich die Länge der linearen Verdickung in der Epidermis, wie auch die Längenausdehnung der in die Tasche hineinragenden Chitinlappen nicht mehr der Länge des Schlitzes. — Leichter als bei den Arbeitern findet man die in die Flügeltasche ragenden Chitinlappen bei den Larven der Geschlechtsthiere auf, da sie hier in demselben Verhältniss wie die Flügelscheiben vergrössert sind.

Die Taschen der Flügel entsprechen also vollkommen den Beinsäckchen, beide sind Einstülpungen der Hypodermis nach dem Innern des Körpers, welche durch eine Oeffnung nach aussen münden; das Wachsthum beider wird von der Grössenzunahme des in ihrem Innern liegenden Brustanhanges begleitet.

Bein- und Flügelbildung bei Formica Rufa L. (Arbeiter) während der Verpuppung.

Während der ersten Zeit des Einspinnens, wenn die Coconhaut noch sehr fein und von dem bald darauf am Afterende auftretenden schwarzen Fleck, dem Rest der Excremente, noch nichts sichtbar ist, gehen erhebliche Umbildungen an den Gliedmassen vor sich. Die beiden Beinsäcke eines jeden der drei Brustsegmente vereinigen sich mit ein-

ander, bilden eine gemeinsame, ins Innere des Körpers gestülpte, sehr dünnhäutige Blase (Fig. 13 α), indem von der rhombischen Falte (Fig. 5 *d*) aus eine Einstülpung und Verschiebung der Hypodermis stattfindet. Anstatt der sechs schüsselförmigen kleinen Vertiefungen bei der jugendlichen und der sechs Säcke bei der halberwachsenen und ausgebildeten Larve sehen wir jetzt drei grosse, unmittelbar hinter einander liegende Einstülpungen von halbkreisförmigem Umriss. Von dem vorderen, seitlichen Theile derselben entspringen die Beine (Fig. 13 α'); diese sind beträchtlich in die Länge gewachsen und haben sich schon scharf in die einzelnen Abschnitte gesondert; der Oberschenkel ist der kräftigste Theil, schwächer der Unterschenkel, und den geringsten Durchmesser besitzen die kurzen Fussglieder, während bei der erwachsenen Larve diese Unterschiede besonders des Durchmessers der einzelnen Theile noch wenig oder gar nicht hervortraten. Weiter in der Entwickelung vorgeschritten als die übrigen, wie wir dieses auch in den früheren Stadien wahrnahmen, sind die Vorderbeine und besonders deren Oberschenkel; sie haben sich noch mehr als die übrigen Beine krümmen und gegen einander schieben müssen, damit sie in ihren Höhlungen Platz finden, welche, wie wir nicht vergessen müssen, immer noch von der alten Chitinhaut der erwachsenen Larve überspannt werden. Die Spitzen der Füsse, besonders des ersten Paares, sind in der Zeichnung (Fig. 13) nicht sichtbar, da sie in den Blasen (α) stecken, welche mit ihrem hinteren Theil wie eine etwas übergelegte Kuppel, vom Innern des Thieres aus betrachtet, auf der Innenseite der Bauchwand ruhen. Betrachten wir also die Beine von der Bauchseite her, indem wir das Thier auf den Rücken legen, so werden die Spitzen der Füsse von der Haut der Blase, wie auch von der darüber liegenden Hypodermis bedeckt.

Das Thier beginnt jetzt unter der alten Chitinhaut der Larve sich zusammenzuziehen, hinter dem vierten Körperringe beginnt ein Einschnitt, die Abschnürung der Brust, sich zu bilden [1]. Da die Chitinhaut, wenn auch nur noch locker, mit der Hypodermis in Verbindung steht, so macht sie zum Theil diese Umgestaltung mit, doch sieht man, wie sie sich schon an den beiden Körperenden und der Abschnürung der Brust zu lösen beginnt. Dieses Stadium ist von Packard [2] Semipupa,

1) cf. Ratzeburg, Verhandlungen der kaiserl. Leopoldinisch-Karolinischen Akademie der Naturforscher XVI. Abth. 1. 1832. Taf. IX, Fig. 7 u. 8.

2) Observations on the developement and position of the Hymenoptera with notes on the morphology of Insects, in den Proceedings of the Boston society of natural history. Vol. X. Boston 1866.

von v. SIEBOLD [1]) Pseudonympha genannt. — Während dieser Umänderungen nehmen die Beine noch immer bedeutend an Länge zu, ziehen sich gänzlich aus den Vertiefungen (Fig. 13 α) heraus und stehen bei der Halbpuppe frei vom Körper ab (d. h. natürlich unter der Chitinhaut), während wir sie bei der erwachsenen Larve, freilich nur scheinbar, im Innern des Körpers vorfanden; auch glätten sich die Vertiefungen, in denen sie lagen, wieder ganz aus. Die Oberfläche der Beine zeigt in diesem Stadium der Halbpuppe, wo die Chitinhaut der erwachsenen Larve noch immer den Körper bedeckt, die Beine also wohl noch nicht genügend Raum zu einer beträchtlichen Längenvergrösserung haben, dicht neben einander liegende Querrunzeln, welche sich mit dem späteren Abwerfen der Chitinhaut wieder ganz ausglätten. — Die Abdrücke der jugendlichen Beine zeigen sich an der Chitinhaut auch noch in diesem und den folgenden Stadien, bis diese alte Larvenhaut bei der Puppenhäutung abgeworfen wird.

Die Flügel vergrössern sich nicht mehr, indem sie ihren höchsten Wachsthumspunct bei der ausgebildeten Larve erreicht haben.

Werfen wir einen Blick auf die Entstehung des Bienenstachels [2]), so werden wir die Analogie zwischen den ersten Bildungsstadien dieses und der Beine nicht von der Hand weisen können. Auch dort treten bei ganz jungen Larven zwei, auf der Bauchseite des vorletzten Hinterleibsringes gesondert liegende, kreisrunde Imaginalscheiben, schüsselförmige Einsenkungen mit einem kugeligen Kern im Innern, auf; auch dort verschmelzen diese beiden Einsenkungen zu einer grösseren, welche genau dieselbe halbkreisförmige Gestalt, wie die drei auf der Unterseite der Brust bei der Ameise (Fig. 13 α) besitzt und in sich zwei zapfenartige Wucherungen, die Anlage der Rinne birgt. Diese gleiche Bildungsweise zeigt wohl zur Genüge, dass Beine und Stacheltheile morphologisch gleichwerthig, letztere mithin als Gliedmassen zu betrachten sind.

Bald nach dem Verspinnen beginnt der Durchmesser der Brust sich zu verkleinern, indem sich die bildsame Hypodermis unter der gelockerten Chitinhaut zusammenzieht; der Umfang der Brust nimmt also ab, der des Hinterleibes zu. Hierbei rücken die Stigmen nach unten, die Flügel nach oben, so dass beide Gebilde einander genähert werden. Bei der erwachsenen Larve hatte sich die Hypodermis um jedes der Stigmen verdickt; in dem Uebergangsstadium zur Puppe nun

1) Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871. p. 35.

2) Ueber Bau und Entwickelung des Stachels und der Legescheide einiger Hymenopteren und der grünen Heuschrecke. Zeitschrift für wissensch. Zoologie XXV. p. 185. Taf. XIII, Fig. 22 u. 23.

finden wir, wenn wir die Chitinhaut der Larve abziehen, aus diesen Verdickungen entstandene kraterförmige Erhöhungen, die neuen Stigmen. Besonders ragt das zweite Bruststigma, welches dem dritten Segmente hinter dem Kopfe angehört, aus der Fläche des Segmentes empor und hat sich noch mehr, wie das erste dem vorhergehenden Leibesringe angeschlossen. Wir sehen daraus, dass die Grenzen der Segmente während der Entwickelung keineswegs wie eherne Säulen feststehen. Bei dem Abheben der Epidermis zieht sich meistens ein Theil des Intimarohres, welches mit dem Stigma genannter Haut im Zusammenhange bleibt, aus der neuen Tracheenöffnung, reisst ab und hängt aus der Krateröffnung heraus (Fig. 14 *c'*).

Die beiden Flügel haben sich durch die besprochene Zusammenziehung und Verschiebung des Brustkastens dem zweiten Stigma genähert, besonders ist der Vorderflügel höher nach oben gerückt. Indem sich der Spalt, durch welchen die Flügeltaschen nach aussen münden, immer mehr vergrössert, die Flügeltasche sich also auseinander gezogen und schliesslich ganz ausgeglättet hat, sehen wir in diesem Stadium keine Spur mehr von ihr, die Hypodermis zeigt in der nächsten Umgebung der Flügel keinen Unterschied von den übrigen Theilen dieser Haut. — Dasselbe gilt auch von den andern von mir beobachteten Imaginalscheiben, aus denen sich Beine und Stachel bilden: Im Larvenstadium ist der ausgebuchtete Theil der Scheiben sehr dünn, oft glashell, indem durch das Einbiegen nach dem Innern des Körpers die Hypodermis dünner ausgezogen wird. Später beim Uebergange zur Puppe, wenn die in diesen Vertiefungen gebildeten Anhänge schon frei vom Körper abstehen, zieht sich die ausgebuchtete Hypodermis wieder zusammen, nimmt dieselbe Dicke an, wie an den übrigen Theilen des Körpers, und man sieht von den Einstülpungen nichts mehr. — Ebenso sind also auch die Taschen, in welchen die Flügel entstanden, geschwunden. Letztere selbst haben sich bedeutend verkleinert; sie stehen als zwei wulstförmige, an ihren beiden Längsseiten und am unteren Ende abgerundete Verdickungen von der Oberfläche der Segmente ab und gehen nach oben sich verflachend in die Segmenthaut über (Fig. 14—16 *b*, 15 Längs-, 16 Querschnitt durch *b*); sie sind also auf ihrer ganzen Länge, welche freilich keine beträchtliche ist, mit dem Körper verwachsen, erheben sich nie auf den freien Standpunct der übrigen Brustgliedmassen. Man wird sich am besten ein Bild von ihrer Oberfläche machen können, wenn man sich eine ausgespannte elastische Membran, z. B. aus Gummi denkt, in die man den Finger oder einen anderen abgerundeten Gegenstand in einer Neigung von einem spitzen Winkel gegen die Ebene der Membran ein-

bohrt. Die Aussackung würde dann den rudimentären Flügeln entsprechen. In der Mitte des Flügels markirt sich eine dunklere Partie, es ist dies der dem Körper angewachsene Theil. Obwohl doch bei den meisten Insecten und so auch bei den Männchen und Weibchen der Ameisen die Vorderflügel grösser und kräftiger sind, so sehen wir hier, wenigstens nach dem Verspinnen, gerade die hinteren entwickelter.

Noch immer unter der Chitinhaut der Larve wird das Thier der Puppe immer ähnlicher; die Brust hat sich hinter dem vierten Körperringe ziemlich abgeschnürt; die Beine sind lang ausgewachsen, von den Einsenkungen, in denen sie lagen, ist nichts mehr sichtbar; die alte Chitinhaut der Made fällt in Fetzen ab, indem unter ihr eine neue abgeschieden ist, der Hinterleib zieht sich fast kuglig zusammen und das Thier befindet sich im Puppenstadium. Wie schon früher, formt sich jetzt die Brust unter der Chitinhaut der Puppe durch Zusammenziehen und Faltenlegung der Hypodermis nach innen noch immer mehr um, und so kommt schliesslich der sonderbare Bau des Brustkastens zu Stande, wie wir ihn bei dem erwachsenen Arbeiter finden (Fig. 2). Von den Vorderflügeln konnte ich bei der Puppe keine Spur mehr auffinden, indem die Höcker sich gänzlich ausgeglättet hatten. Auch die Hinterflügel werden noch viel kleiner und hinterlassen bei dem erwachsenen Arbeiter nur einen kleinen, etwas stärker als die Umgebung chitinisirten Höcker (Fig. 2*b*). — Dieselben Flügelscheiben sah ich bei den Arbeiterlarven einer grossen ausländischen Formica und denen unserer Myrmica Levinodis Nyander.

Flügelbildung bei den Geschlechtsthieren von Formica Rufa L.

Vergleichen wir hiermit die Flügelbildung der Geschlechtsthiere, so finden wir, abgesehen von der Grössen- und zum Theil auch Formverschiedenheit keinen Unterschied in dem Princip. Leider habe ich aus Mangel an Material die ersten Stadien nicht beobachten können. Bei halberwachsenen männlichen Maden fand ich an derselben Stelle, wie bei den Arbeitern taschenförmige, am oberen Ende abgeplattete, unten im Umriss halbkreisförmig gestaltete Einstülpungen (Fig. 17*b*). Die Flügelanlage in ihrem Innern (*b'*) besitzt dieselbe Form und geht vom oberen Theile der Tasche aus, ist hier mit derselben eng verwachsen, während sie im Uebrigen weit vom Rande derselben weg nach dem Centrum zurücktritt. Der Spalt, durch welchen die Tasche nach aussen mündet (*b''*), ist breit, spitzt sich nach beiden Enden zu und verläuft ziemlich senkrecht an der Seite des Körpers. Da jedoch die Imaginalscheibe so liegt, dass die untere, halbkreisförmige Seite nicht ge-

nau den Beinen zugewandt, sondern etwas nach hinten gedreht ist, so theilt der Schlitz die Scheibe in zwei unsymmetrische Theile. Später nimmt die Scheibe eine Herzform an (Fig. 18). Der Flügel bleibt natürlich an seinem oberen Ende der Innenwand der Tasche angewachsen, rückt jedoch auch an seinem oberen Rande von der Tasche ab, so dass wir im ganzen Umkreise den Umriss des Flügels und den der Tasche gesondert sehen, während im vorigen Stadium am oberen Ende beide mit einander verschmolzen waren. Die herzförmige Gestalt lässt sich auch an den Flügelscheiben der Arbeiter wiedererkennen, indem sich die beiden Vorsprünge β und β' (Fig. 10 u. 18) vollkommen entsprechen, nur dass bei den Arbeitern der hintere Zipfel (Fig. 10β) länger ausgezogen, der vordere (Fig. 10β') mehr zurückgetreten ist. Auch die Lage der Spalte (Fig. 10 u. 18b'') ist bei beiden dieselbe: sie geht vom hinteren, oberen Zipfel β aus und verläuft nach dem unteren Ende der Scheibe. Während jedoch der Flügel der Geschlechtsthiere nur am oberen Ende der Innenwand der Tasche angewachsen ist, erheben sich die Flügel der Arbeiter nicht auf diesen freien Standpunct, sondern sind wohl am grössten Theil mit der Innenwand ihrer Tasche verwachsen und höchstens an der unteren Spitze frei (Fig. 11 u. 12).

Das Heraustreten des Flügels während der Verpuppung geht bei den Geschlechtsthieren auf dieselbe Weise vor sich, wie bei den Arbeitern. Der Spalt (Fig. 18 u. 18B, b'', 18B Durchschnitt von 18 in der Richtung zb') verbreitert sich immer mehr (Fig. 18 A u. C, b'', 18 C Durchschnitt von 18 A in der Richtung bb''), indem sich die dem Flügel auflagernde Hypodermis nach beiden Seiten zurückzieht. Schliesslich sieht man nur noch die beiden Längsränder des Flügels von der Hypodermis bedeckt; auch diese werden frei, die Tasche glättet sich ganz aus, so dass der Flügel jetzt frei an der Körperwand herabhängt (natürlich noch unter der Chitinhaut der Larve). Er hat sich bedeutend verlängert und sein noch immer, wie auch in den jüngeren Stadien feinkörnig erscheinendes äusseres hypodermoidales Gewebe scheidet bei dem Verpuppen, wie alle übrigen Körpertheile eine Chitinhaut ab, worauf dann die alte Larvenhaut abgeworfen wird. Betrachtet man den Flügel im Uebergangsstadium zur Puppe vom Innern des Körpers aus, so nimmt man am oberen Ende einen Spalt (Fig. 18 A, s) wahr, an dessen Rändern der Flügel der Körperwand (Hypodermis) angewachsen ist, und durch welchen das Innere des Flügels mit der Körperhöhlung in Verbindung steht; doch gewahrt man den Spalt auch von der Aussenseite, durch den Flügel hindurchscheinend, wie dieses auch Fig. 18 A zeigt.

Bei einer Schlupfwespe fand ich dieselbe Bildung der Brustgliedmassen, so dass ich vermuthe, alle Hymenopteren mit madenartigen Larven stimmen darin überein.

Entwickelung des Schmetterlingsflügels.

Auch die Entwickelung des Schmetterlingsflügels geht nach denselben Principien vor sich wie die Flügelbildung der Ameisen. Bei den Raupen fand ich am 2. und 3. Brustringe, der Bauchseite genähert, doch oberhalb des Tracheenlängsstammes, welcher an jeder Seite des Körpers verläuft, eine ähnliche taschenförmige Einstülpung der Hypodermis ins Innere des Körpers, wie bei Formica; doch ist die Tasche (Fig. 22 u. 23 *b*) hier nur in der Mitte der oberen, dem Rücken zugewandten Seite auf einem sehr beschränkten Raume mit der Hypodermis verwachsen, der Eingang zur Tasche (*b''*), welcher dem Schlitz bei den Ameisen (Fig. 10 u. 18 *b''*) entspricht, ist also ein enger. Die Tasche hängt gleichsam an einem Stiele, so dass man sie von der Innenseite der Körperwand her von dieser abheben und senkrecht zu derselben aufstellen, ja sogar ganz umlegen kann, ohne die Anwachsstelle an der Hypodermis zu lösen. Denkt man sich den Schlitz der Ameisen (Fig. 18 *b''*) bis auf das obere Drittel (Fig. 18 *o* oben) verkürzt und dieses in die Breite gezogen, so erhalten wir die Taschenöffnung des Schmetterlingsflügels, welche jedoch durch Falten und Wülste der Hypodermis von aussen her so verdeckt wird, dass man sie schwer auffindet, und nur an Querschnitten, wie ich dieses bei Smerinthus Ocellata L. gesehen, deutlich wahrnimmt. Im Innern der Tasche, dem oberen Ende derselben angewachsen, liegt der Flügel (*b'*). Ein vom Längsstamm ausgehender, starker Tracheenast heftet sich der Tasche durch feine Nebenästchen an. Bei einer jungen Raupe von Smerinthus Ocellata von 0,025 M. Länge sah ich die Oeffnung der Tasche auch ohne Querschnitt sehr deutlich; sie war noch nicht von den sich bei den erwachsenen Raupen auflagernden Hypodermisfalten bedeckt und daher nach Abheben der Epidermis aufs Schönste sichtbar (Fig. 22 und 23 *b''*). Ob die Flügelscheiben hier ebenso, wie bei den Ameisen während des Raupenlebens eine Chitinhaut abscheiden oder erst nach der letzten Raupenhäutung entstehen, wenigstens der Hohlraum in ihrem Innern, habe ich bisher nicht beobachtet.

Beim Uebergange zur Puppe, den ich an Pieris Brassicae L. beobachtete, zieht sich die Oeffnung der Tasche in die Länge und Breite, der obere, dem Rücken zugewandte Theil des Flügels wird frei, die Oeffnung vergrössert sich immer mehr und schliesslich sieht man den herzförmigen Flügel von der deckenden Duplicatur der Hypodermis

gänzlich entblösst; statt der Tasche findet sich nur noch eine Einsenkung genannter Haut von genauem Umriss des Flügels und einer Tiefe entsprechend der Dicke des Flügels. Die Ränder der Einsenkung erheben sich wulstig, so dass der Flügel jetzt, von der Aussenseite des Körpers betrachtet, wie ein Bild in seinem Rahmen liegt; er ist natürlich nach wie vor nur an seinem oberen Ende der Hypodermis angewachsen. Betrachten wir ihn von innen her, so sehen wir ihn von der eingesenkten Hypodermis, der früheren, den innern Theilen des Körpers zugewandten Seite der Tasche bedeckt. Er vergrössert sich jetzt sehr schnell und bald reicht seine untere Spitze bis zu den Beinen herab. Die Einsenkung hat sich ausgeglättet, und die Partie der Hypodermis, welche die Tasche und später die Einsenkung bildete und zu dieser Zeit sehr dünn war, hat sich wieder verdickt, so dass sie von den angrenzenden Theilen der Hypodermis nicht mehr zu unterscheiden ist. Bei der Vergrösserung des Flügels rückt natürlich auch das dem Rücken zugewandte Ende nach oben, und so sehen wir denn im Uebergangsstadium zur Puppe die Anwachsstelle des Flügels am Körper dem Rücken genähert, während die Imaginalscheibe bei jungen Raupen tief nach der Bauchseite herabgezogen liegt. Die Hypodermis ist eben eine Haut, deren Zellen jede Verschiebung eingehen können, wofür zur Genüge das gänzliche Ausglätten der Flügeltaschen spricht. Dass alle diese Vorgänge zwar nach dem Festsetzen, doch noch unter der Raupenhaut sich vollziehen, ist wohl überflüssig zu erwähnen. Das Thier zieht sich jetzt beträchtlich zusammen, nimmt die Gestalt der Puppe an, auf dem Körper und den Gliedmassen scheidet sich eine dünne Chitinhaut ab, die Raupenhaut platzt auf der Mittellinie der Rückenseite des Brustkastens, und durch diesen sich dann noch verlängernden Längsspalt schiebt sich die ganze Puppe schliesslich aus der Raupenhaut. Da die Raupe sich beim Festsetzen mit einem Faden umgürtet und am hinteren Ende befestigt, so muss die Raupenhaut der ganzen Länge des Körpers nach platzen und zwischen der Bauchseite der Puppe und dem Anheftungsgegenstande des Thieres durch Bewegen der Puppe allmälig entfernt werden. Während dieser Zeit wird eine Menge Chitin ausgeschieden, welches die anfangs dem Körper nur anliegenden Gliedmassen mit ihm fest verkittet. Dass dieses jedoch nicht bei allen Schmetterlingen der Fall ist, sondern dass bei vielen Spinnern die Gliedmassen auch bei der fertigen Puppe zum grössten Theil frei vom Körper abstehen, habe ich an anderem Orte besprochen[1].

1) Entwickelung einiger Venezuelanischer Schmetterlinge nach Beobachtungen von Gollmer. Wiegmann's Archiv XXXXIV, 1878, p. 22 u. 34.

Bildung der Dornen auf der Oberseite der Brust bei Myrmica Levinodis Nyander.

Zum Vergleich mit der Bildung der Brustgliedmassen habe ich auch die Entstehung der beiden Dornen beobachtet, welche sich auf dem Rücken am hinteren Ende des Brustkastens bei vielen Myrmiciden finden. Mir lag Myrmica Levinodis Nyander vor. — Bei den Weibchen und Arbeitern dieser Art sind sie schlank und dünn, bei den Männchen kurz und an der Basis leistenförmig verbreitert. Ihre Entwickelung beobachtete ich nur an Männchen und Arbeitern, da mir weibliche Brut nicht zu Gebote stand. Erst kurz vor dem Abstreifen der letzten Larvenhaut, also wenn das Thier sich bereits im Ruhestadium befindet, die Gliedmassen unter der alten, nur noch locker aufsitzenden Chitinhaut schon lang ausgewachsen, in den Hauptumrissen die Form wie bei den Puppen angenommen haben — dann erst zeigt sich auf der Rückenseite des ersten Hinterleibsringes, welcher später zur Brust tritt, hinter dem man aber jetzt noch keine beträchtliche Abschnürung wahrnimmt, die erste Anlage gedachter Dornen.

Zu beiden Seiten des Rückens verläuft im Larven- und Uebergangsstadium zur Puppe ein breites Muskelband (Fig. 19, 20, 21 *m*), zwischen den Stigmen (*st*) und der Mittellinie des Rückens (*o*) gelegen. Ueber diesem Muskel zeigt sich in dem geschilderten Stadium in der Hypodermis (*z*) des ersten Hinterleibsringes, dem Hinterrande desselben genähert die Anlage des Dorns der betreffenden Seite, und zwar bei den Arbeitern als kreisrunde Verdickung und schwache Erhebung (Fig. 19 δ) genannter Haut. Nach einiger Zeit, wenn die Abschnürung hinter dem ersten Hinterleibsringe bereits stärker geworden, die alte Madenhaut jedoch noch nicht abgestreift ist, haben sich die beiden Höcker bedeutend vergrössert. Sie liegen jetzt wie zwei Rosetten auf dem Rückentheil ihres Segmentes (Fig. 20 δ); auf ihrer Oberfläche sieht man concentrische Kreise, welche von ringförmigen Eindrücken herrühren; denn die Höcker wachsen nicht, sich direct nach aussen verlängernd, woran sie ja auch durch die noch auflagernde Larvenhaut gehindert würden, sondern werden bei jeder Erhebung auch ringförmig eingedrückt. Beim Abstreifen der Larvenhaut wachsen sie dann in die Länge, indem sich die ringförmigen Eindrücke wieder erheben und bei der ausgebildeten Puppe gleichen sie schon denen der Erwachsenen.

Etwas anders habe ich die Entstehungsweise beim Männchen gefunden. Hier sieht man, zwar an derselben Stelle, wie bei den Arbeiterlarven, eine imaginalscheibenartige Bildung, indem die Hypodermis

concentrische Verdickungen und Eindrücke gebildet hat (Fig. 21 δ). Dann erhebt sich dieses Gebilde aus der Ebene der Hypodermis, und es entsteht ein ganz eben solcher rosettenförmiger Höcker, wie bei den Arbeitern, nur ist er hier etwas grösser und länglich. Der Hauptunterschied besteht also darin, dass sich bei den Arbeitern die concentrischen Vertiefungen und Erhebungen oder Verdickungen erst auf den Höckern zeigten, bei den Männchen jedoch gleich von Hause aus, bevor sich noch der Höcker aus der Ebene der Hypodermis erhebt.

Im Voraus hatte ich andere Resultate erwartet. Da die Dornen doch bedeutend entwickeltere Körperanhänge sind, als die rudimentären Flügel, und letztere sich in Einstülpungen der Hypodermis nach dem Innern des Körpers bilden, so glaubte ich sicher, auch bei ersteren diese Art der Entstehung zu finden. Doch wie wir gesehen haben, wachsen sie direct nach aussen. Es findet dieses seine Erklärung in dem späteren Auftreten der Dornen, indem sich ihre Anlage erst bei dem Uebergange zur Puppe zeigt. Da die alte Larvenhaut bald entfernt und bei der Puppe alle Körperanhänge frei zu Tage treten, so wäre es überflüssig, wollten sie noch für die kurze Zeit nach dem Innern wachsen wie z. B. die Beine. Das frühere oder spätere Auftreten der ersten Anlage der Körperanhänge wieder wird wohl durch zwei Factoren bestimmt: die zu erreichende Ausbildung beim erwachsenen Insect (Länge, Dicke, complicirte Zusammensetzung) und Ererbung. Die Beine z. B. sollen eine beträchtliche Länge erreichen, mit den mannigfaltigsten Muskeln im Innern ausgestattet, von Tracheen und Nerven durchzogen werden, der Organismus hat also schon früh, bei den jüngsten Larven oder im Ei, mit dem Aufbau derselben zu beginnen. Viel kürzer und einfacher construirt sind die Dornen, weswegen sie auch viel später angelegt werden. — Ebenso hängt jedoch die Zeit des Auftretens der Körperanhänge von der Vererbung ab. Die Ameisenarbeiter ererben von den Geschlechtsthieren nur ganz rudimentäre Flügel, die Zeit des Auftretens der Anlage zu diesen (der Imaginalscheiben) fällt jedoch ebenso, wie bei den Geflügelten in die Jugendstadien der Larve, obwohl die kleinen Höcker der Hinterflügel noch im letzten Puppenstadium hervorgebracht werden könnten, und die Vorderflügel gänzlich schwinden.

Ganz ebenso wird natürlich die Vererbung von Urahnen wirken. Verkümmert ein Körperanhang im Laufe der phylogenetischen Entwickelung, so wird seine erste Anlage doch in dieselbe Zeit der ontogenetischen Ausbildung fallen, zu welcher bei dem Urahnen das wohlentwickelte Organ auftrat. Obwohl die Halteren der Fliegen im Vergleich zu den Vorderflügeln winzig genannt werden müssen, so treten

sie doch gleichzeitig mit den Vorderflügeln als Imaginalscheiben auf. Der Urahne der Fliegen besass jedenfalls 4 ausgebildete Flügel; im Laufe der phylogenetischen Entwickelung verkümmerten die hinteren, behielten jedoch dieselbe Zeit der ersten Anlage während der ontogenetischen Entwickelung wie beim Urahnen bei.

Ob man die Dornen für Gliedmassen zu halten hat, darüber will ich mir kein Urtheil erlauben. Doch glaube ich wohl, dass der Begriff Gliedmassen undefinirt dasteht und sich die mannigfachsten Uebergänge zwischen den winzigsten, paarig auftretenden Körperanhängen und den als Gliedmassen anerkannten werden nachweisen lassen, wenn man die Entwickelung zu Hülfe nimmt. Und wieso sollten denn nicht auch die bei den meisten Larven ganz gleich gebauten Körperringe auch darin übereinstimmen, dass sie alle im Stande wären, Gliedmassen zu treiben, zumal wenn man bedenkt, dass die Insecten doch wohl von Thieren abstammen, welche an jedem Körperringe paarige Anhänge besassen. Bei der späteren Differencirung des Körpers in Kopf, Brust und Hinterleib schwanden die Anhänge an der Mehrzahl der Ringe des Hinterleibes und erhielten sich meistens nur an den letzten Segmenten desselben als Rückenanhänge, Styli, Cerci u. s. w. oder als Bauchanhänge, Stachel, Legescheide, äussere männliche Begattungsorgane. Doch war natürlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie auch an den übrigen Ringen des Hinterleibes, wie vielleicht die Dornen bei Myrmica, sich erhielten oder wieder erworben wurden. Dass sich in der That die Anlage von Anhängen auf der Bauchseite aller Körperringe zeigt, hat Bütschli[1]) an den Embryonen der Biene nachgewiesen.

Vergleich obiger Untersuchungen mit denen anderer Beobachter.

Die Bildung der Gliedmassen bei den Insecten scheint in allen Ordnungen von der Hypodermis auszugehen; bei den mit unvollkommener Verwandlung erhebt sich hierbei diese Haut direct nach aussen, während sie bei den mit vollkommner Metamorphose meistens sackförmige Einstülpungen nach dem Innern des Körpers treibt, in denen die Gliedmassen erwachsen. Nur die Musciden stehen sehr isolirt da, wie dieses zuerst durch Weismann[2]) bekannt geworden ist, indem hier

1) Zur Entwickelungsgeschichte der Biene. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1870.

2) Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1864.

die Scheiben im Innern des Körpers scheinbar unabhängig von der Hypodermis an Tracheen oder Nerven sitzen; doch habe ich stets gefunden, dass das sich zuspitzende Ende in einen langen Strang ausläuft, welcher mit der Hypodermis im Zusammenhang steht, so dass ich vermuthe, auch hier gehen die Neubildungen nicht von Tracheen und Nerven aus, sondern von der Hypodermis. Die Verdickung und Einstülpung dieser Haut nach dem Innern des Körpers entfernt sich von ihrer Ursprungsstelle, indem sie sich immer mehr abschnürt und schliesslich nur durch einen dünnen Strang mit ihr verbunden ist, der wohl auch seine Höhlung verliert, so dass der Hohlraum der eingestülpten Blase sich nicht mehr nach aussen öffnet. Beim Uebergange zur Puppe verkürzt sich dann der Strang, bis die Blase, in welcher sich inzwischen der Körperanhang gebildet hat, wieder zur Ausgangsstelle zurückgekehrt ist, die Höhlung derselben sich nach aussen öffnet (natürlich von der Epidermis bedeckt) und der Körperanhang heraustritt (wie wir dieses bei den Ameisen gesehen), ohne dass eine neue Hypodermis am Brustkasten angelegt wird, und ohne dass die Blase platzt, damit der Anhang nach aussen gelangen kann; denken wir uns einen Beinsack der Ameise oder eine Flügeltasche des Schmetterlings an der Uebergangsstelle in die Hypodermis abgeschnürt, so dass sie nur durch einen dünnen Strang mit genannter Haut in Verbindung bleiben und diesen Strang lang ausgezogen, so erhalten wir eine Imaginalscheibe der Musciden. Da sich den Verdickungen und Einstülpungen der Hypodermis behufs Gliedmassenbildung stets Tracheen und Nerven anlegen und in sie hineintreten, so mag die erste Anlage der Imaginalscheiben der Musciden den Schein erwecken, als ob die Neubildung nur von Tracheen und Nerven ausginge und nichts mit der Hypodermis zu thun hätte. Doch wie gesagt, sind dies nur Vermuthungen.

Ebenso sollen nach H. Landois [1]) die Flügel des Schmetterlings an Tracheen entstehen: »die Flügelkeime bilden sich an den etwas verjüngten Tracheenlängsstämmen im dritten und vierten Körperringel der Raupe« »und drängen« (beim Uebergange zur Puppe) »mit ihrem zugespitzten Ende durch den sogenannten Muskelschlauch. Sobald sie auf die Hypodermis stossen, weitet sich letztere aus, und die Flügel erscheinen von nun an als »»Ausstülpungen des Hautskeletes««. Nach den bisher vorgelegten Thatsachen sind wir gezwungen, diese bisher in allen Lehrbüchern sich findende Anschauungsweise über die Natur der Lepidopterenflügel fallen zu lassen, sie sind nicht Aussackungen

1) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Schmetterlingsflügel in der Raupe und Puppe. Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1871. p. 308 u. 310.

der Haut, sondern Trachealbildungen«. Doch habe ich bereits oben gesagt, dass die Flügelscheiben am zweiten und dritten Körperringe hinter dem Kopfe liegen, nicht wie LANDOIS will, am dritten und vierten und taschenförmige Ausbuchtungen der Hypodermis ins Innere des Körpers sind, welche den Flügelkeim in sich bergen. Mögen nun die in letzteren hineintretenden Tracheen und Nerven immerhin zum innern Ausbau des Flügels beitragen, seinen Ursprung verdankt er ihnen nicht, sondern ist als Anhangsgebilde der Hypodermis zu betrachten, und die alte Ansicht, dass der Lepidopterenflügel eine Aussackung der Haut ist, muss ich im Gegensatz zu den LANDOIS'schen Beobachtungen als die richtige bezeichnen.

Leider habe ich aus der in russischer Sprache abgefassten, umfangreichen Arbeit von GANIN [1]), wie auch aus den Berichten hierüber von HOYER [2]) und einer Uebersetzung des Schlusses derselben von v. OSTEN SACKEN [3]) nicht ersehen können, ob GANIN auch die Bildung des Schmetterlingsflügels beobachtet und welche Resultate er erhalten hat. Ebenso wenig habe ich ermitteln können, ob GANIN dieselbe Einrichtung der Flügeltaschen und die Chitinausscheidung der jugendlichen Gliedmassen der Ameisen beobachtete, wie ich sie oben geschildert habe; dass wir jedoch in Betreff der Beinbildung der Ameisen zu denselben Resultaten gekommen sind, entnehme ich den angeführten Berichten und den Abbildungen GANIN's. Auch er lässt das Bein aus einer Verdickung und Einstülpung der Hypodermis (abgesehen von den Wucherungen der Nerven im Innern desselben) hervorgehen und in einem, ins Innere des Körpers hineinragenden Säckchen sich entwickeln. — Da ich überzeugt bin, dass sich bei allen Hymenopteren mit madenartigen Larven dieselben Flügeltaschen finden, wie bei der Ameise, so scheint mir die Beobachtung ULJANIN's [4]), nach welcher die Anlage der

1) Materialien zur Kenntniss der postembryonalen Entwickelung der Insecten. Warschau 1876. Abdruck aus den Arbeiten der V. Versammlung russischer Naturforscher und Aerzte in Warschau 1876.

2) Jahresbericht für Anatomie und Physiologie von HOFMANN und SCHWALBE für 1876 und Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1877.

3) American Naturalist 1877. Sonderbarer Weise ist der Uebersetzer hier nicht genannt. — Herr Dr. MEYER in Dresden hatte die Güte, mir sein Exemplar zu übersenden; von Herrn Professor NITSCHE in Tharand bei Dresden erhielt ich das noch nicht gedruckte Referat für den Jahresbericht für 1876 und von den Herren Professoren GANIN und HOYER in Warschau die Arbeit des Ersteren. Allen genannten Herren statte ich hiermit meinen verbindlichsten Dank ab.

4) Bemerkungen über die postembryonale Entwickelung der Biene. Berichte der bei der Moskauer Universität bestehenden kaiserlichen Gesellschaft der Freunde der Naturkenntniss, der Anthropologie und Ethnographie; unter Redaction von A. P. FEDTSCHENKO. Bd. X. Heft 1. p. 17—32. 5 Tafeln. Moskau 1872.

Flügel der Biene in Form von einfachen, unter der Cuticula liegenden Duplicaturen der Hypodermis entsteht [1]), auf einem Irrthum zu beruhen. Ich bin zu dieser Annahme um so berechtigter, als ich an der Chitinhaut der Bienen- und Hummellarven dieselben Abdrücke der jugendlichen Gliedmassen fand, wie bei den Ameisen; doch waren die inneren Theile der mir vorliegenden alten Spiritusobjecte schon zu sehr zerfallen, so dass ich die Imaginalscheiben der Gliedmassen nicht mehr beobachten konnte.

Da, wie wir nachgewiesen haben, die Brustgliedmassen der Ameise bereits während des Larvenlebens eine Chitinhaut ausscheiden, so stimmen sie nicht allein darin, dass sie ebenfalls Ausstülpungen der Hypodermis sind, sondern auch in Betreff der Chitinausscheidung [2]) mit den sich während des Larvenlebens bildenden Gliedmassen der Insecten mit sog. unvollkommener Verwandlung (z. B. Flügeln und Legescheide der Heuschrecke) überein. Die Chitinabscheidung der Gliedmassen während des Larvenlebens wird sich bei genauer Nachforschung bei den Insecten mit vollkommener Verwandlung wohl ebenso als Regel zeigen, wie bei den Insecten mit unvollkommener Metamorphose; selbstredend nur dann, wenn das betreffende Gliedmassenpaar mindestens vor der letzten Larvenhäutung angelegt ist, d. h. vor der Abscheidung der Larvenhaut, welche sich bei der erwachsenen Larve findet und die beim Uebergange zur Puppe abgestossen wird; entsteht es früher, so wird es natürlich einige Chitinausscheidungen durchzumachen haben. Es liegt dieses ja auch klar auf der Hand, denn fände bei der Ausscheidung einer neuen Chitinhaut auf dem Körper dieselbe im Innern einer bereits bestehenden Imaginalscheibe nicht statt, so müsste hier ein Loch in der Chitinhaut bleiben; die Hypodermis wäre also hier nicht durch die Chitinhaut geschützt und äusseren Einflüssen ausgesetzt; mithin müssten wir, abgesehen von den vorliegenden Beobachtungen, auch hypothetisch eine Chitinausscheidung der innern Theile einer Imaginalscheibe annehmen. — Ein Unterschied zwischen den während des Larvenlebens sich bildenden Gliedmassen der Insecten mit vollkommener und unvollkommener Verwandlung (z. B. Brustgliedmassen der Ameise und Flügeln der Heuschrecke) besteht also

1) Dem Referat von Hoyer im Jahresbericht von Hofmann und Schwalbe für 1872 p. 343—347 entnommen.

2) Absichtlich vermeide ich das Wort Häutung, da die jugendlichen Gliedmassen der Ameisen sich sehr bald von ihrer Chitinhaut loslösen, um weiter zu wachsen, ohne gleich eine neue Chitinhaut auszuscheiden, was erst viel später, beim Uebergange zur Puppe, wenn der ganze Körper eine neue Epidermis abscheidet, stattfindet.

nicht in dem Abscheiden oder Nichtabscheiden einer Chitinhaut dieser Neubildungen in der Larvenperiode, sondern wohl einzig darin, dass die jungen Gliedmassen bei den Insecten mit vollkommener Verwandlung meist versteckt in Ausbuchtungen der Hypodermis nach dem Innern des Körpers liegen und erst beim Uebergange zur Puppe frei zu Tage treten, während letzteres bei den Insecten mit unvollkommner Verwandlung von Hause aus der Fall ist.

Nach WEISMANN[1]) »kann es durchaus nicht auffallen, dass die Segmentanhänge bei Corethra erst nach der letzten Larvenhäutung ihre Bildung beginnen; entständen sie früher, so müssten sie schon während des Larvenlebens als äussere Theile erscheinen, die bei der Häutung neu sich abscheidende Chitindecke würde sich auch den halbfertigen Anhängen anschmiegen, und die Larve würde damit keine Larve mehr sein, die Metamorphose keine vollkommene mehr, sondern eine unvollkommene. Eine vor der letzten Häutung beginnende Bildung der Anhänge wäre bei einem metabolischen Insect von der Entwickelungsweise der Corethra nur dann denkbar, wenn dieselben vorläufig nicht als directe Ausstülpungen, sondern als Einstülpungen entständen, also keine Hervorragung auf der Oberfläche der Hypodermis bildeten, wie es denn in der That bei den Flügeln der Schmetterlinge der Fall zu sein scheint.« Freilich werden nie Gliedmassen, welche bei der Larve eines Insects mit vollkommener Verwandlung, wie z. B. bei Corethra, in der Entwickelung weit vorgeschritten zwischen Chitinhaut und Hypodermis, also nicht in Taschen oder Säcken verborgen liegen, in diesem herangewachsenen Zustande eine Chitinhaut abscheiden, indem sie wohl stets erst nach der letzten Larvenhäutung zu der Grösse gelangen. Dass jedoch WEISMANN's Auffassung nicht eine vollständig richtige ist, und Gliedmassen in ihren jüngsten Stadien auch bei Insecten mit vollkommener Verwandlung eine Chitinhaut abscheiden, beweisen uns die Anlagen der Beine bei den Ameisen, indem sich hier dieselbe Einrichtung zeigt, wie bei der ersten Anlage der Corethrabeine (cf. Fig. 3 *B* mit WEISMANN's Fig. 3 *B*. Taf. 3) und dennoch die Abscheidung einer Chitinhaut auf dem jungen Beine stattfindet.

Ansichten über das Zustandekommen der Flügellosigkeit bei Ameisen- und Termitenarbeitern.

Kehren wir zum Schluss noch einmal zu der Flügellosigkeit der Ameisenarbeiter zurück. — Auch bei den Insecten, bei welchen nur

1) Die Metamorphose der Corethra Plumicornis. Zeitschr. für wissensch. Zool. XVI. 1866. p. 114 u. 115.

ein Geschlecht geflügelt ist, wie bei den meisten Mutillen, wird sich jedenfalls die Anlage der Flügel im Larvenstadium bei dem im ausgebildeten Zustande flügellosen Geschlecht nachweisen lassen. Die einzige mir bekannte Beobachtung rührt von LEUCKART[1]) her; er sagt, dass die Puppen des flügellosen Weibchens einer Motte, Solenobia Lichenella Z., mit Flügelscheiden versehen wären. — Ist also nur ein Geschlecht geflügelt, so müssen wir die Flügellosigkeit des andern als Geschlechtscharacter ansehen, welcher im Laufe der phylogenetischen Entwickelung erworben ist. Diese Differenz darf uns nicht mehr in Erstaunen setzen, als das Geweih des Hirsches und das Fehlen desselben bei der Hirschkuh.

Auch bin ich leider bisher noch nicht dazu gekommen, Larven von Insecten, bei denen beide Geschlechter flügellos sind oder wenigstens, wie bei vielen Käfern, des hinteren Flügelpaares entbehren, einer genauen Untersuchung zu unterwerfen, doch bin ich überzeugt, dass wenigstens bei einigen dieser Arten die Anlage der fehlenden Flügel im Larvenstadium wird nachgewiesen werden können. Besonders müsste man sein Augenmerk auf die Insecten mit vollkommener Verwandlung richten, da hier die Neubildung der Flügel während des Larvenstadiums, als Imaginalscheiben, viel deutlicher hervortritt, als bei den Insecten mit unvollkommener Verwandlung, wo die jugendlichen Flügel weiter nichts, als etwas hervortretende Ecken der Brustringe sind. — Wohl nicht bei allen in beiden Geschlechtern flügellosen Insecten werden sich Flügelanlagen im Larvenstadium finden, da diese rudimentären Organe sich natürlich immer mehr im Laufe der Zeiten zurückbilden, bis schliesslich auch die letzte Spur verwischt ist. — Sehr schön zeigt uns eine kleine Fliege, Borborus Pedestris Meig., die Rückbildung der Flügel, indem dieses Organ sich bei den verschiedenen Individuen in beiden Geschlechtern in sehr verschiedener Länge vorfindet. Doch gehören die Exemplare mit fast ausgebildeten Flügeln zu den Seltenheiten und meistens tritt dieses Gliedmassenpaar nur als zwei kleine Schuppen auf, welche den Anfang des Hinterleibes nicht überragen. Die Art besass einst wohl gut entwickelte Flügel; die Lebensweise unter Steinen oder Blattabfällen oder auch andere Ursachen machten den Flug überflüssig, zumal das Thier mit guten Springbeinen bewaffnet ist. Die Flügel fingen an zu verkümmern, wobei natürlich immer noch Thiere mit entwickelten Flügeln durch Rückschlag zum Vorschein kommen, da sich die neue Form noch nicht genügend befestigt hat. Doch haben schon jetzt die Kurzflügligen über

1) Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei den Insecten. Frankfurt a. M. 1858. p. 47 Anmerkung.

die Langflügligen den Sieg davon getragen, indem sie viel zahlreicher sind als letztere. Die Langflügligen werden bald ganz aussterben. Auch die kurzen Flügel werden noch immer mehr abnehmen, da sie zum Fliegen nicht benutzt werden können, schliesslich beim erwachsenen Insect gar nicht mehr sichtbar sein und nur noch im Larvenstadium erscheinen; endlich wird dann wohl eine Zeit kommen, wo auch die letzten Spuren weichen und weder an den erwachsenen noch jugendlichen Thieren dieser Art Flügelreste vorhanden sind.

Bei den Insecten, welche in beiden Geschlechtern eines oder beider Flügelpaare entbehren, lässt sich dieser Umstand also sehr einfach durch eine im Laufe der phylogenetischen Entwickelung eingetretene Rückbildung erklären. Anders verhält es sich mit den Ameisenarbeitern; die Naturzüchtung kann keinen directen Einfluss auf dieselben ausüben, da sie sich nicht vermehren, sondern von geflügelten Männchen und Weibchen hervorgebracht werden. Es ist zwar ausgemacht, dass die Arbeiter Eier legen, aus denen sich vielleicht wieder Arbeiter entwickeln, aber dennoch werden doch jedenfalls die meisten Eier, aus denen Arbeiter entstehen, von den geflügelten Weibchen abgelegt. Auch könnten der Analogie mit den Bienen nach sich aus den von Arbeitern gelegten, also unbefruchteten Eiern nur Männchen entwickeln. Wir lassen also die möglicherweise stattfindende, dann jedoch zur Arbeiterzahl sehr geringe Production der Arbeiter durch ihres Gleichen bei Seite.

Es wäre der Fall denkbar, dass ebenso, wie bei den Bienen die Eier, aus denen entwickelte Weibchen und flügellose Arbeiter hervorgehen, in Bezug auf Befruchtung, Grösse und überhaupt alle andern Verhältnisse ganz gleich den Mutterleib verlassen, und erst auf die gelegten Eier oder die Larven durch verschiedene Behandlung der erwachsenen Arbeiter ein Einfluss ausgeübt wird, indem letztere die Eier mehr oder weniger der Sonnenwärme aussetzen oder den Larven verschiedenes Futter reichen. Wie hätten die Arbeiter diese Kunst erlernt? Die Ameisencolonien bestanden wohl in früheren Zeiten nur aus geflügelten Männchen und Weibchen. Letztere lernten durch Naturzüchtung die junge weibliche Brut in der Weise behandeln, dass ein Theil derselben sich zu geflügelten, ein anderer zu flügellosen Weibchen ausbildete. Natürlich wird diese Kunst, welche sich auf die verkümmerten Thiere übertrug und schliesslich deren Eigenthum wurde, nur allmälig erlernt worden sein, und mit der höheren Ausbildung dieser Kunst nahm auch die Verkürzung der Flügel, Verkümmerung der Geschlechtstheile und Umbildung anderer Körpertheile zu. — Die Arbeiter hätten es also vollständig in ihrer Gewalt, aus denselben

Eiern geflügelte und flügellose Thiere zu erziehen. Bedenkt man nun, wie langsam die Naturzüchtung auf lebende Wesen wirkt, und dass die übrigen flügellosen, einst geflügelten Insecten wohl undenkliche Zeiten zu dieser Umgestaltung gebraucht haben, so erscheint es mir als ein Wunder, wenn die Ameisenarbeiter diese grosse Umbildung während einer Generation durchmachen sollten. Daher glaube ich mit Recht annehmen zu müssen, dass die Eier, aus denen Weibchen und Arbeiter hervorgehen, nicht gleich sind, sondern schon im Mutterleibe ihre zukünftige Bestimmung erhalten. Die Naturzüchtung hat also wohl auf die Geschlechtsthiere, und da die Weibchen nur einmal in ihrem Leben befruchtet werden, nur auf diese gewirkt, die Geschlechtstheile letzterer befähigt, je nach Bedürfniss Männchen, Weibchen und Arbeiter zu produciren. Es wäre ja dann leicht denkbar, dass die Arbeiter die zukünftige Bestimmung der jungen Larven erkennend, die Behandlungsweise verschieden einrichteten und so auch mit beitrügen, die Verkümmerung ihres Gleichen hervorzurufen, dass sie jedoch allein dieses bewirkten, ist wohl im höchsten Grade unwahrscheinlich; dann könnte auch der Mensch schliesslich noch dahin kommen, nach Belieben geflügelte und flügellose Insecten zu erziehen.

Noch weniger Wahrscheinlichkeit hat die Annahme, dass die verschiedenen Formen durch Einwirkung der Arbeiter auf die Brut, nachdem diese den Mutterleib verlassen hat, hervorgebracht werden, bei den Termiten für sich. — Viele Arten leben in Gängen, die sie im Holze abgestorbener Bäume ausnagen; die Jungen sind also alle, wie auch die Alten auf dieselbe, sie umgebende Nahrungsquelle angewiesen; alle Larven können von dieser Nahrung so viel zu sich nehmen, als ihnen beliebt, da sie nicht, wie die hülflosen Ameisenlarven, gefüttert werden müssen [1]; und dennoch wachsen den einen Flügel, bei den andern bleiben diese Organe auf der primitivsten Stufe stehen [2]. Obwohl nun die jungen Termiten nach dem Verlassen des Eies, gleich viel, ob aus ihnen später geflügelte oder flügellose Thiere hervorgehen, von einander nicht zu unterscheiden sein sollen [3]), so ist doch nicht anzunehmen, dass die Arbeiter einen Einfluss auf die Larven ausüben, da letztere eben selbst Nahrung zu sich nehmen. Wir sind mithin zu dem Schluss berechtigt, dass trotz der Gleichheit der jungen Larven dennoch in letzteren der Keim zur späteren Form (geflügelt oder flügel-

1) cf. HAGEN, Monographie der Termiten, Linnaea entomologica 1858. p. 335 oben.

2) F. MÜLLER, Beiträge zur Kenntniss der Termiten, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 1875. p. 252, dritter Absatz.

3) HAGEN a. a. O. p. 331 unten.

los) bereits liegt und werden genöthigt, den Einfluss der Arbeiter, wollen wir weiter auf diesem bestehen, auf die Eiperiode zu verlegen.

Dann hinge die spätere Verschiedenheit der Formen von der stärkeren oder schwächeren Einwirkung der Wärme und vielleicht auch der Feuchtigkeit ab. Die einen der Eier werden vielleicht von den Arbeitern am Tage unter die Rinde des Baumes getragen, wo sie die Sonne stark bescheint, zur Nacht in die Mitte des Stammes, damit sie am letzteren Orte der Kälte der Nacht entgehen oder auch an dem Theile des Nestes aufbewahrt, wo sich die grösste Eigenwärme der Colonie findet. Andere Eier werden vielleicht nie der Sonnen- oder grössten Eigenwärme der Colonie ausgesetzt, sondern an kälteren Theilen des Nestes geborgen. So könnten wir uns durch Einwirkung der Arbeiter auf die gelegten Eier die späteren verschiedenen Formen erklären; doch wie wenig Wahrscheinlichkeit auch dieses für sich hat, leuchtet ein, denn so weit bisher bekannt, kann man zwar durch Einwirkung stärkerer Wärme die Entwickelung eines Insects beschleunigen, nicht jedoch seine Körpergestalt verändern.

Freilich werden bei der Biene aus denselben Eiern nur durch verschiedene Nahrung und Grösse der Zellen Königinnen und Arbeiter erzogen, doch wie gering ist der Unterschied hier zwischen diesen beiden Formen im Vergleich zu den Ameisen und Termiten. Aber auch die grösste Unwahrscheinlichkeit ist noch immer kein Beweis dagegen, dass bei letzteren die Verhältnisse dieselben sind, wie bei den Bienen, und nur directe Beobachtungen werden hierüber Aufschluss geben können. Zwar wird man hierbei mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen haben, da Termiten und Ameisen ihre Eier nicht in Zellen ablegen, an denen man, wie bei den Bienen, die zukünftige Bestimmung des Eies erkennen könnte.

Lange Zeit hat es gedauert, bis man bei den Bienen die richtigen Verhältnisse erkannte, und nur den eifrigsten Bestrebungen Dzierzon's und v. Siebold's ist es gelungen, Licht über das Dunkel zu verbreiten, welches bis dahin die in ihrer Fortpflanzung so interessante Bienencolonie umschwebte. Zu der Behauptung des ersteren hat letzterer den Beweis geliefert [1]. Möchten recht bald zwei ähnliche Männer auftreten, welche gleiches Licht über die Entwickelung der Ameisen und Termiten verbreiteten!

1) Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. v. Siebold. Leipzig 1856.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Beobachtungen sind also folgende:

Die Arbeiter der Ameisen besitzen in ihren Jugendstadien zwar sehr kleine, doch in allen Theilen ebenso, wie bei den geflügelten Thieren angelegte und erst während der Entwickelung des Thieres sich zurückbildende Flügelscheiben.

Die Brustgliedmassen der Ameisen zeigen sich in ihrer ersten Anlage bei den jungen Larven als scheibenförmige Verdickungen der Hypodermis, welche sich in einen Kern (Bein oder Flügel) und ein umhüllendes Blatt spalten, jedoch so, dass in dem umhüllenden Blatt eine Oeffnung nach aussen bleibt. Das Blatt wächst zu einer sack- oder taschenförmigen Einstülpung nach dem Innern des Körpers aus, der Kern zu dem betreffenden Anhang, Flügel oder Bein. Beim Uebergange zur Puppe zieht sich der Sack oder die Tasche auseinander, d. h. die von Anbeginn angelegte Oeffnung vergrössert sich und der Anhang tritt heraus.

Die jugendlichen Brustgliedmassen der Ameise, Biene und Hummel scheiden schon im Larvenstadium eine Chitinhaut ab. Es besteht also keineswegs in dem Abscheiden oder Nichtabscheiden derselben ein Unterschied zwischen den während des postembryonalen Lebens sich bildenden Gliedmassen der Insecten mit vollkommener und unvollkommener Verwandlung (Beine und Flügel der Ameise, Flügel und Legescheide der Heuschrecke), sondern wohl nur darin, dass bei den Insecten mit vollkommener Verwandlung die sich neu bildenden Anhänge meistens mehr versteckt in Einbuchtungen der Hypodermis liegen, und erst bei der Verpuppung frei zu Tage treten, während letzteres bei den Insecten mit unvollkommener Verwandlung gleich von Hause aus der Fall ist.

Auch die Bildung des Schmetterlingsflügels und nach meiner Ansicht der Gliedmassen aller Insecten geht von der Hypodermis aus, wenngleich hineintretende Tracheen, Nerven u. s. w. vielleicht stets den inneren Ausbau der Körperanhänge bewirken.

Der grosse Unterschied zwischen Weibchen und Arbeitern der Ameisen wird wohl nicht durch verschiedene Behandlungsweise der Larven oder Eier von Seiten der erwachsenen Arbeiter hervorgebracht, wie wir dieses bei den Bienen sehen, sondern wohl schon im Mutterleibe erhält das Ei seine zukünftige Bestimmung.

Berlin, den 5. December 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Die Durchschnitte sind alle schematisch gezeichnet.

In allen Fig. bedeutet 1, 2, 3, 4 erstes, zweites u. s. w. Körpersegment hinter dem Kopfe; *v* vorn, *h* hinten, *o* oben, *u* unten; *i* Körperhöhlung; *x* Chitinhaut; *z* Hypodermis.

Fig. 1—16 incl. von Formica Rufa L. Arbeiter.

Fig. 1. Vorderer Theil einer erwachsenen Larve, *a* Bein-, *b* Flügelanlage, durch die Chitinhaut hindurchscheinend, *c* Stigmen.

Fig. 2. Brust eines erwachsenen Arbeiters, *b* rudimentärer Hinterflügel, c, c', c'', c''' Stigmen.

Fig. 3. Anlage eines Beins bei einer jungen Larve als Verdickung der Hypodermis; am hinteren Theil der Verdickung beginnt die Abspaltung eines kugligen Kerns, Beinwärzchens, und eines umhüllenden Blattes.

Fig. 3 *A*. Etwas späteres Stadium. Die beiden Beinscheiben eines Segmentes. Die Spaltung ist auf dem ganzen Umkreise der Scheibe erfolgt.

Fig. 3 *B*. Eine Beinscheibe des Stadiums Fig. 3 *A* im Durchschnitt. α umhüllendes Blatt, α' Beinwärzchen, bei α'' Oeffnung, durch welche die Höhlung von α nach aussen mündet, wird jedoch von der Chitinhaut bedeckt.

Fig. 3 *C* u. *D*. Vergrösserung von 3 *B*, zeigen die Abscheidung einer Chitinhaut x', ξ, ξ' an dem jungen Beine unter der alten Chitinhaut x.

Fig. 4. Weiter in der Entwickelung vorgeschrittene Beine. α (Fig. 3 *B*) hat sich zu einem Säckchen, α' zu einem länglichen Wärzchen nach hinten verlängert. *g* Segmentgrenze.

Fig. 4 *A*. Ein Bein aus Fig. 4 im Längsschnitt; an der Chitinhaut x der Abdruck α'' von dem Beinwärzchen des vorigen Stadiums (Fig. 3 *D* α''—α''); die in das Beinsäckchen α von α'' aus hineinragenden Chitinhäute, welche sich im vorigen Stadium bildeten (Fig. 3 *D* ξ), sind nicht angegeben (wohl in Fig. 7 ξ).

Fig. 5. Bauchtheil der ersten 4 Segmente einer erwachsenen Larve mit den ins Innere des Körpers ragenden Beinsäcken α und den darin liegenden Beinen α'. *b* rudimentäre Flügelscheiben. *d* nach dem Innern des Körpers zu sich einstülpende Hautfalten.

Fig. 6. Durchschnitt von Fig. 5 auf der Mittellinie des Bauches von Segment 2—4.

Fig. 7. Durchschnitt der beiden hinteren Beine einer Seite von Fig. 5. α'' u. ξ gleich Fig. 3 *D* α''—α'' u. ξ, nur hat sich in Fig. 7, da das Beinwärzchen und die umhüllende Haut (α' u. α) grösser geworden sind, α'' u. ξ von denselben abgehoben.

Fig. 8. Von der Bauchseite einer erwachsenen Larve abgezogene Chitinhaut mit den Abdrücken der 6 Beinwärzchen des früheren Stadiums Fig. 3 *D* α''—α''.

Fig. 9. Stück der Hypodermis von der Seite des Körpers einer jungen Larve mit der ersten Anlage des Flügels als längliche Verdickung dieser Haut und einer spaltförmigen Vertiefung in der Verdickung.

Fig. 10. Scheibe des linken Hinterflügels einer erwachsenen Larve, Vergrösserung von Fig. 5 *b*. *b* Flügeltasche, b' Flügel, b'' ein in die Tasche führender,

vom oberen bis zum unteren Ende derselben verlaufender Spalt. β langer hinterer, β' abgerundeter vorderer Vorsprung der Flügelscheibe.

Fig. 11. Durchschnitt von Fig. 10 in der Richtung $z\,b'$ am mittleren Theile.

Fig. 12. Am unteren Ende der Flügelscheibe. ξ durch den Spalt bei b'' von der Chitinhaut x in die Tasche b hineintretende Chitinhäute.

Fig. 13. Bauchseite der 4 ersten Körperringe beim Uebergange zur Puppe. α drei Einstülpungen der Hypodermis nach dem Innern des Körpers; in ihnen die Beine α'.

Fig. 14. Rechte Seite der beiden hinteren Brustringe beim Uebergange zur Puppe. c' zweites Stigma, dem dritten Körperringe angehörend. b die beiden Flügel, welche aus ihren Taschen herausgetreten sind; letztere haben sich vollständig ausgeglättet.

Fig. 15. Ein Flügel aus dem Stadium Fig. 14 im Längsschnitt, d. h. von der Rücken- nach der Bauchseite zu.

Fig. 16. Im Querschnitt.

Fig. 17. Flügelscheibe einer jugendlichen männlichen Larve.

Fig. 18. Flügelscheibe einer erwachsenen männlichen Larve. Buchstaben in Fig. 17 u. 18 gleich denen in Fig. 10, 11, 12.

Fig. 18 *A*. Flügelscheibe eines männlichen Thiers beim Uebergange zur Puppe, der Spalt b'' hat sich bedeutend erweitert. s durchscheinende Spalte, welche das Innere des Flügels mit der Körperhöhlung verbindet.

Fig. 18 *B*. Durchschnitt von Fig. 18 in der Richtung $b'z$ am mittleren Theil.

Fig. 18 *C*. Durchschnitt von Fig. 18 *A* in der Richtung $b\,b''$ am mittleren Theil. ξ in Fig. 18 *B* u. *C* gleich ξ in Fig. 11 u. 12. ξ ist in Fig. 11, 12, 18 *B* u. *C* etwa um das doppelte verlängert, damit es besser hervortritt, ragt also in diesen schematischen Figuren weiter in die Flügeltasche b hinein, als dieses in Wirklichkeit der Fall ist.

Fig. 19, 20, 21. Myrmica Levinodis Nyander. Uebergang zur Puppe. Linke Seite des vierten Körperringes. Bildung des Rückendorns der linken Seite. st drittes Stigma, dem vierten Segmente, welches zur Brust tritt, angehörend. m Längsmuskel, unter der Hypodermis z liegend. δ Anlage des Dorns. Fig. 19 und 20 Arbeiter, Fig. 20 späteres Stadium als Fig. 19. Fig. 21 Männchen.

Fig. 22. Flügelscheibe einer jungen Raupe von Smerinthus Ocellata L.

Fig. 23. Durchschnitt von Fig. 22 in der Richtung $b''\,b'$. b Flügeltasche, b' Flügel, b'' in die Tasche führende Oeffnung.

Einiges über Bau und Entwicklung der Säugethierlungen.

Von

Dr. Ludwig Stieda

ordentl. Professor der Anatomie a. d. Universität zu Dorpat.

Mit Tafel VI.

Franz Eilhard Schulze hat in einer Abhandlung, welche er vor einigen Jahren über den Bau der Lunge publicirte (die Lungen in S. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben I. Bd. Leipzig 1871 p. 464—488), eine neue von der früheren abweichende Ansicht über die Beschaffenheit der eigentlichen respirirenden Räume der Lunge niedergelegt. Ich habe eine Zeit lang geglaubt, dass nicht allein Henle und Frey sondern alle Autoren die Richtigkeit der Schulze-schen Angaben anerkannt hätten. Allein das ist keineswegs der Fall: gerade das neueste Handbuch der Anatomie, die 2. Auflage des Quain-Hoffmann'schen Lehrbuch's ist mir ein Beweis, dass Schulze durchaus nicht vollständig verstanden worden ist. Hoffmann giebt (I. Bd. p. 754) freilich die Beschreibung der respirirenden Räume mit Berücksichtigung der Mittheilung Schulze's, aber die zur Erläuterung der Ansicht Schulze's durchaus nothwendige Abbildung giebt er nicht. Vielmehr giebt Hoffmann ein unrichtiges Schema (Fig. 564), von dem ich nicht weiss, ob es ein Original oder ein geborgtes ist[1], soviel ist aber sicher, dass die Figur nicht zur Beschreibung Schulze's passt. Schulze ist gründlich missverstanden worden, vielleicht nicht von Hoffmann allein — es ist weiter kein Grund vorhanden zu untersuchen, warum. — Es wäre das allein eine hinreichende Veranlassung, um auf Grund eigener Untersuchungen wieder einmal die Anordnung der letzten Endigungen

[1] Im englischen Original von Quain's Elements of Anatomy 7 ed. London 1867 II p. 900 findet sich ein anderes Bild, nämlich eine Copie aus Kölliker's mikrosk. Anatomie.

der Luftwege zu besprechen; — es ist aber noch etwas anderes, was mir zur Abfassung dieser Zeilen die Feder in die Hand giebt.

Als ich, theils zur eigenen Belehrung, theils zur Prüfung der Angaben SCHULZE's an die Untersuchung der Säugethierlungen mich machte und an der Lunge erwachsener Thiere nicht sofort das Gesuchte fand, so zog ich embryonale Lungen in den Kreis meiner Beobachtungen und erreichte mit Hülfe dieser bald das gewünschte Ziel. Hierbei hatte ich genügende Gelegenheit, die Art und Weise der Entwicklung der Lungen zu verfolgen; es stimmen jedoch die Resultate meiner Untersuchung embryonaler Lungen in einigen wichtigen Puncten nicht mit den Angaben, welche kürzlich KÜTTNER einerseits und BOLL andrerseits veröffentlicht haben. Das ist auch ein Grund gewesen, der mich bewog, nach nochmaliger Controle der schon vor geraumer Zeit begonnenen Untersuchungen die Resultate hier zu einem Ganzen zu verarbeiten. Es sind hier wesentlich drei Puncte, auf welche ich meine Aufmerksamkeit gerichtet habe, nämlich die Entwicklung der respirirenden Räume, ferner die Beschaffenheit der epithelialen Auskleidung der letzten Endigungen der Luftwege während des embryonalen Lebens, und schliesslich die Gestalt und Anordnung der respirirenden Räume in der Lunge der Säugethiere nach der Geburt.

Ich unterlasse es, die lange Reihe aller der Autoren aufzuzählen, welche über die Lunge geschrieben haben; der Leser wird hoffentlich aus diesen Zeilen ersehen, dass mir die betreffende Literatur nicht unbekannt geblieben ist. Wo ein Zurückgehen auf ältere Arbeiten nothwendig sein wird, werde ich nicht ermangeln, auf dieselben zurückzukommen. Ich am wenigsten verkenne es, dass wir nicht ohne Kenntniss der Arbeiten unserer Vorgänger vorwärts schreiten können; ich betone es gern, dass die früheren Arbeiten es sind, welche die Wege gebahnt haben, auf denen wir einherschreiten.

Dagegen erlaube ich mir im Gegensatze zu der sonst üblichen Weise die Hauptresultate meiner Untersuchung an die Spitze dieser kleinen Abhandlung zu stellen. Denen, welche mit dem Gegenstand und den betreffenden Fragen vertraut sind, hoffe ich dadurch das Weiterlesen zu ersparen; bei andern hoffe ich dadurch die Aufmerksamkeit um so bestimmter auf die Puncte zu lenken, deren Erörterung in den nachfolgenden Zeilen zu finden ist.

1. Es ist zu unterscheiden zwischen den Bronchien als den die Luft zuleitenden Röhren und den sog. Alveolengängen als den eigentlichen respiratorischen Räumen.

2. Die sog. Alveolengänge (SCHULZE) sind unregelmässig

verästelte blind endigende Canäle, welche allseitig mit kleinen meist halbkugeligen Ausbuchtungen (Alveoli) versehen sind.

3. Es ist kein Grund vorhanden, die blinden Enden der Alveolengänge »Infundibula« zu nennen.

4. In den frühesten Entwicklungsstadien der embryonalen Lunge existirt zwischen dem Epithel der Bronchien und dem der provisorischen (primitiven) Lungenbläschen kein wesentlicher Unterschied.

5. In den spätern Entwicklungsstadien der embryonalen Lunge besteht zwischen dem Epithel der Bronchien einerseits und dem Epithel der (bleibenden) Alveoli und Alveolengänge andrerseits ein beträchtlicher Unterschied: das Epithel der Bronchien ist ein cylindrisches, das der Alveolengänge ein plattenförmiges.

6. Das Epithel der Alveolengänge und der Alveoli stammt vom Epithel der provisorischen Lungenbläschen, also vom Darmdrüsenblatt.

Dass die Lungen zum Vorderdarm in directer genetischer Beziehung stehen, unterliegt keinem Zweifel: Es bilden sich die Lungen als Ausstülpungen des Vorderdarms. Nach Karl Ernst von Baer's Angaben ist die Anlage der Lungen eine paarige. Es erscheinen zwei kleine hohle Auftreibungen am Darm: beide Anlagen werden zu kleinen Säckchen, rücken allmälig einander näher und bekommen dadurch schliesslich ein mittleres Verbindungsstück, das zur Trachea wird. — Gegenüber den Angaben einiger anderer Autoren, welche einer einfachen Lungenanlage das Wort geredet haben, betont Kölliker neuerdings (Entwicklungsgeschichte 2. Auflage Leipzig 1876 p. 296) mit Entschiedenheit die paarige Anlage bei Säugethieren (Kaninchen). Er beobachtete am Schlund zwei seitliche Ausbuchtungen, welche beim weiteren Wachsthum an ihrer Wurzel zusammenfliessen und dadurch die Trachea bilden. Ich selbst habe keine Gelegenheit gehabt, so junge Säugethier-Embryonen zu untersuchen, dass ich an ihnen ein eigenes Urtheil über eine paarige oder unpaarige Lungenanlage hätte fällen können. An denjenigen Säugethier-Embryonen, welche mir zur Untersuchung dienten, waren beide Lungen schon als zwei kleine Höckerchen sichtbar, in welchen sich ein epithelialer Canal befand. Mit dem Grösserwerden der Embryonen unter stetem Wachsthum der Höcker ist es der epitheliale Canal, der insbesondere Veränderungen an sich erkennen lässt. Zuerst ist der Canal einfach, dann theilt er sich in Aeste, welche sich abermals theilen, so dass sowohl durch fortgesetzte Theilung als auch durch seitliche Sprossenbildung ein epitheliales, anfangs noch leicht übersehbares Canalsystem entsteht, dessen blinde

Endigungen gewöhnlich etwas leicht erweitert sind (Fig. 1 *b*). Bemerkenswerth ist, dass an denjenigen Stellen, an denen Seitenäste oder Sprossen sich bilden, zuerst eine ganz geringe Vorwölbung der Epithelialwand des Canals erscheint (Fig. 1 *c*); dieselbe wird allmälig grösser, weiter, zieht sich in die Länge, bis allmälig ein neuer blind endigender Seitenast entstanden ist. Niemals sah ich wie bei andern Drüsen eine solide Epithel-Wucherung oder einen soliden Epithelzapfen, in welchem erst später ein Lumen auftritt. Auf die Bildung solcher hohler Sprossen machte bereits Kölliker in seiner mikroskopischen Anatomie (II. Specieller Theil. Leipzig 1852 p. 321 u. ff.) aufmerksam; ich verweise auf die treffliche daselbst enthaltene Schilderung.

Ich bleibe einen Augenblick bei der Terminologie stehen, welche in Bezug auf den im Innern der Lungen-Anlage befindlichen epithelialen Canal und seine Aeste und kolbenförmigen blinden Enden Anwendung gefunden hat. Kölliker (l. c. p. 323) nennt die blinden, leicht erweiterten Enden der Aeste des epithelialen Canals — Bronchialenden, Drüsenkörner oder primitive Drüsenbläschen, womit er nicht nur die Epithelialschicht, sondern auch die faserige Umhüllung begreift. Ecker (Icones physiologicae. Leipzig 1851—1859. Erklärung d. Fig. VII Taf. X) spricht von primitiven Lungenbläschen, welche den Bronchialcanälen aufsitzen; Frey (Histologie 5. Auflage 1876 p. 493) nennt »kolbige Erweiterungen, aus denen sich die primären Lungenläppchen zu bilden scheinen«; Boll (das Princip des Wachsthums. Berlin 1876) redet von Lungenausläufern und Lungenvorsprüngen.

Vor allem ist daran zu erinnern, dass jene kolbenförmigen blinden Enden der verzweigten epithelialen Canäle (Bronchialcanäle) durchaus nichts mit den sog. Lungenbläschen (Alveoli) der ausgebildeten Lunge zu thun haben; es sind nichts mehr und nichts weniger als die blinden Enden der kleinsten Bronchien. Kölliker hat daher vollkommen Recht sie einfach als Bronchialenden zu bezeichnen. Aus ihnen bilden sich erst in der Folge durch Wucherung des Epithels die definitiven Alveolengänge mit ihren Alveolen. Man mag sie daher immerhin als primitive, ich sage lieber provisorische Lungenbläschen bezeichnen. Die Ausdrücke Boll's, Lungenausläufer und Lungenvorsprünge, welche offenbar den Terminus Lungenbläschen vermeiden sollen, sind zu unbestimmt, um Nachahmung zu verdienen.

Was nun den feineren Bau der Bronchialcanäle und ihrer kolbenförmigen blinden Enden, der provisorischen Lungenbläschen betrifft, so ist anfangs bei jungen (kleinen) Embryonen zwischen dem Epithel der Canäle und dem Epithel der blinden Enden kaum ein

Unterschied zu sehen. Das Epithel ist (bei Schaf-Embryonen bis zu 16 Mm. Länge) entschieden ein geschichtetes; dagegen ist es bei älteren (grösseren) Embryonen (Schafembryonen von 23 Mm.) mir sehr zweifelhaft, ob in den provisorischen Lungenbläschen noch geschichtetes Epithel vorhanden, wenngleich auf den ersten Anblick das Epithel den Eindruck eines geschichteten macht. Vielmehr scheint es mir, dass es sich schon um ein einfaches (einschichtiges) Epithel handelt, das aus langgestreckten, hohen, zum Theil aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt wird. Die einzelnen Zellen reichen von der bindegewebigen Hülle bis zum Lumen; die Kerne der Zelle liegen aber nicht wie bei einem gewöhnlichen einfachen Cylinderepithel in gleicher, sondern in wechselnder Höhe. Man sieht 2 oder 3 oder mehr Reihen von Kernen über einander und meint danach ein geschichtetes Epithel vor Augen zu haben. — Isolations-Versuche habe ich nicht anstellen können, zu einer allendlichen Entscheidung der Frage, ob einfaches oder geschichtetes Epithel, wären solche Versuche aber durchaus nöthig.

Das Gewebe, welches die epithelialen Canäle umgiebt, besteht durchgängig aus rundlichen oder spindelförmigen Zellen mit meist rundlichen Kernen. In der nächsten Umgebung des Epithels liegen die Kerne dichter, sind etwas länglich: das Gewebe erscheint hier etwas undurchsichtig; das Epithel ist wie von einem Hof eingerahmt — die erste Anlage der bindegewebigen Hülle der Bronchien.

Bei weiterer Fortbildung der Canäle, bei weiterem Wachsthum der Lungen markirt sich allmälig ein entschiedener Gegensatz zwischen den weiteren Canälen und den kleineren nebst ihren blinden kolbenförmigen Enden. Das ist der Fall bei älteren (grösseren) Embryonen, bei Schaf-Embryonen von mindestens 80 Mm., Kaninchen-Embryonen von 70 Mm., bei Rinds-Embryonen, deren Kopf 50—60 Mm. lang war (es war versäumt worden, die Körperlänge zu bestimmen). Während nämlich die grössten Canäle ein deutlich geschichtetes Epithel aufweisen, besteht die epitheliale Auskleidung der kleinen Bronchialzweige und der provisorischen Lungenbläschen aus einer einfachen Schicht cylindrischer Zellen (Fig. 1 u. 2). Die Zellen, welche natürlich keineswegs die Gestalt wirklicher Cylinder haben, sondern zum Theil prismatisch und zum Theil abgestumpft pyramidal sind, zeichnen sich durch die überaus regelmässige Stellung der in gleicher Höhe liegenden Kerne aus. Die Höhe der Zellen beträgt bei einem Schafembryo von 120 Mm.: 0,021 Mm., die Breite 0,009 Mm., die gleichen Maasse erhielt ich bei einem Schweine-Embryo von 90 Mm. und einem Rinder-Embryo, dessen Kopflänge 60 Mm. betrug; bei einem Pferde-Embryo (Kopflänge 50 Mm.) betrug die Höhe der Zellen 0,015, die Breite 0,09 Mm. Diesen Zustand

zeichnen Ecker (Icones physiologicae Taf. X Fig. VIII) und nach ihm Frey (l. c. p. 493 Fig. 3), ebenso Kölliker, Boll und auch Küttner (Studien über das Lungenepithel, Virchow's Archiv Bd. 66. Berlin 1874. Taf. II Fig. 7).

Während sich in den Bronchialcanälen und ihren blinden Enden so ganz allmälig ein einfaches cylindrisches Epithel herausgebildet hat, tritt gleichzeitig ein anderer Gewebsbestandtheil auf, dessen die bisherigen Autoren noch keine Erwähnung gethan haben. Das sind glatte Muskelfasern. An Schaf-Embryonen von 120 Mm. Länge an sehe ich dicht unter dem Epithel eine einfache Schicht (Fig. 2) quergestellter glatter Muskelfasern erscheinen; sie erstrecken sich nur bis an den Beginn der kolbenförmigen Erweiterung, an dieser selbst habe ich sie nie beobachtet. Ich fand ferner glatte Muskelfasern an Schweine-, Pferde- und Rinder-Embryonen. — Da die kolbenförmigen Bronchialenden ja vorübergehende provisorische Bildungen sind, so ist hieraus weiter kein Schluss zu ziehen: mit dem Weiterauswachsen der Bronchialenden rücken offenbar auch die glatten Muskelfasern weiter vor, d. h. es entwickeln die letzteren sich allmälig in der Richtung zum Bronchialende zu.

Mit der Entstehung der Muskelfaserschicht nimmt auch die sich an die Bronchialcanäle anlehnende bindegewebige Hülle an Dichtigkeit zu, zugleich treten Blutgefässe im Bindegewebe der Lunge deutlich hervor.

Es ist hier vielleicht der geeignetste Platz um die Frage zu erörtern, wie wächst der ursprünglich einfache Lungencanal eigentlich aus? Selbstverständlich kann man das nicht direct beobachten, sondern nur vermuthen oder schliessen; dafür ist zu Combinationen und Vermuthungen freier Spielraum genug vorhanden. Ich würde bei dieser rein theoretischen Erörterung gar nicht verweilen, wenn nicht Boll in seiner Schrift »das Princip des Wachsthums« gerade das Wachsthum der Lunge als Beispiel genommen und hieran das Wachsen im Allgemeinen besprochen hätte. Boll widmet der Frage, wie wächst die Lunge des bebrüteten Hühnchens? eine lange Auseinandersetzung (l. c. pag. 6—23). Was wächst eigentlich, so fragt Boll, die epitheliale Lungenanlage oder das Blutgefässe führende Bindegewebe? Oder mit andern Worten ausgedrückt: wächst das Epithelialrohr in das Bindegewebe hinein oder wächst das Bindegewebe nebst Blutgefässen in die epitheliale Lungenanlage? Nachdem Boll vor allem die Ansicht Remak's, welcher sich für ein vorwiegendes Wachsthum der Blutgefässe entschieden, zurückgewiesen hat, kommt er zum Resultat (l. c. p. 23): »So entsteht ein complicirter Durchwachsungsprocess des

Epithels mit dem Bindegewebe und des Bindegewebes mit dem Epithel, dessen endliches Resultat die definitive Lunge darstellt«.

Gegen dieses Resultat habe ich gar nichts einzuwenden, vielmehr stimme ich demselben völlig bei. Wohl aber muss ich mich gegen die auffallende Fragestellung richten — ich verstehe gar nicht, wie es in diesem Stadium der Lungenentwicklung möglich sein soll, dass das Epithel allein wächst und das Bindegewebe dabei passiv bleibt oder umgekehrt. Ich finde es so selbstverständlich, dass das Epithelialrohr und das Bindegewebe g l e i c h z e i t i g wachsen, dass von einem Verdrängen des einen durch das andere gar keine Rede sein kann. — Wozu nun d a s besonders zurückweisen? — Wenn man in entwicklungsgeschichtlichen Beschreibungen vom Eindringen des Epithels in das Bindegewebe spricht und gleichsam so dem Epithel eine active, dem Bindegewebe eine passive Rolle zuschreibt, so ist das doch offenbar nur bildlich, — man will dadurch nur das Epithelgewebe als das besonders wichtige betonen.

Eine andere Frage aber ist: Was giebt den e r s t e n Anstoss zum Wachsthum, das Epithel oder das Bindegewebe? Oder wie Boll sagt: die Blutgefässe? Die Beantwortung dieser Frage erscheint mir gerade für die Lunge ausserordentlich wichtig. Diese Frage beantwortet Boll nicht direct. Meiner Ansicht nach ist nun unbedingt das Wachsthum des Epithel's das p r i m ä r e und das Wachsthum des Bindegewebes resp. der Blutgefässe das s e c u n d ä r e. Es ist gewiss richtig, wenn Kölliker (Entwicklungsgeschichte. Leipzig 1861 p. 377) schreibt: »Es ist immer das Epithelialrohr, welches den e r s t e n A n s t o s s zur Sprossenbildung giebt, dadurch dass dasselbe durch wiederholte Längstheilung seiner Zellen in bestimmter Richtung in der Fläche wächst, immerhin haben Sie sich die Faserhülle der Bläschen dann auch als selbständig mitwuchernd zu denken —«.

Zur Unterstützung der Ansicht, dass das Epithelgewebe den e r s t e n Anstoss zum Wachsthum giebt, führe ich in Bezug auf die Lunge den Umstand an, dass eine Bildung der provisorischen Lungenbläschen schon zu einer Zeit stattfindet, wo noch gar keine Blutgefässe im Bindegewebe sichtbar sind. Wenn die Blutgefässe führende Matrix zuerst den Anstoss geben sollte, so müssen die provisorischen Lungenbläschen erst mit den Blutgefässen auftreten — was nicht der Fall ist. — Allein, man kann mir gewiss einwenden, die Blutgefässe seien gar nicht nöthig, sondern nur das Bindegewebe allein sei es, welches durch Andrängen bei seinem Wachsthum gegen das Epithel ein s e c u n d ä r e s Wachsen eben des Epithels veranlasse. — Hier bei der Lunge ist vielleicht noch die Möglichkeit vorhanden, auch letztere Annahme

zu vertheidigen; bei der Bildung anderer epithelialer Organe, z. B. der Haare aber nicht. Gerade die erste Anlage der Haare durch den epithelialen Haarkeim ist es, welche unwiderleglich beweist, dass der erste Anstoss vom Epithel and nicht vom Bindegewebe ausgeht. — Wie — gehört weiter nicht hierher. So auch bei der Lunge — ist aber der erste Anstoss vom Epithel aus gegeben, ist das Wachsthum eingeleitet, dann wachsen beide Gewebe (Epithel und Bindegewebe) gleichzeitig fort.

Was jedoch die Ursachen betrifft, welche das Wachsthum des Epithelialrohrs veranlassen, so stehen wir hier vor einem unlösbaren Räthsel.

Frage ich weiter, wie wächst die Epithelialanlage in der Lunge, so weiss ich keine andere Antwort zu geben, als sie bereits früher Kölliker (Mikroskop. Anat. Leipzig 1852 p. 324) gegeben hat: »durch Vermehrung der Epithelialzellen in der Fläche, die jedoch nicht durch freie Zellenbildung zwischen den vorhandenen Zellen vor sich geht, sondern als fortgesetzte und sehr energische Vermehrung dieser selbst und zwar durch Zerfallen derselben der Länge nach immer in zwei Zellen zu denken ist«. — Ich sehe sehr häufig zwischen den grössern Epithelzellen einzelne dunkle, den Farbstoff (Carmin) lebhaft aufnehmende Streifen, welche ich mit Küttner (l. c. p. 18) als junge Epithelzellen deute. Näheres anzugeben über den Vorgang der Zellentheilung vermag ich nicht — vielleicht wäre hier ein Ort, um an der Hand neuer Methoden den fraglichen Vorgang genau zu verfolgen.

Ich kehre nach dieser Abschweifung wieder zur Lunge zurück, welche ich in dem Stadium verlassen, wo die provisorischen Lungenbläschen mit deutlichem cylindrischem Epithel ausgekleidet sind, während zugleich an den Bronchialcanälen glatte Muskelfasern sichtbar geworden. In der Folge sind nur an grössern (ältern) Embryonen wesentliche Veränderungen zu constatiren. In Lungen von Schaf-Embryonen von 250 Mm., bei grossen Rinds-Embryonen, sind keine provisorischen Lungenbläschen mehr zu sehen. Statt dessen schliessen sich an die nach wie vor als Bronchialcanäle zu deutenden Röhren, welche sich durch ihre glatten Wände auszeichnen, unregelmässig ausgebuchtete, hier und da rosenkranzförmig gestaltete Canäle, welche entweder ungetheilt oder hier und da gabelförmig gespalten blind enden (Fig. 3). Doch nicht allein durch ihre Gestalt, d. h. durch die seitlichen Ausbuchtungen unterscheiden sich die beschriebenen Endcanäle von den cylindrischen glattwandigen Bronchialcanälen, sondern auch durch das sie auskleidende Epithel. Die provisorischen Lungenbläschen nebst den zuführenden Bronchialcanälen waren mit einfachem Cylinder-

epithel ausgekleidet, die ausgebuchteten blind endigenden Canäle sind von einem einfachen Plattenepithel überzogen (Fig. 4). An einzelnen Stellen lässt sich der allmälige Uebergang der Cylinderepithelzellen in die Zellen des Plattenepithels deutlich wahrnehmen. Das Epithel der Bronchioli misst (bei Schafen von 250 Mm. Länge) 0,006—0,009 Mm. in der Höhe und 0,006 Mm. in der Breite; das Epithel der Alveolengänge höchstens 0,003 Mm. in der Höhe, die Breite reichlich 0,009—0,012 Mm. Diese ausgebuchteten, mit Plattenepithel ausgekleideten Canäle sind schon die SCHULZE'schen Alveolengänge mit ihren Alveolen. Offenbar hat KÖLLIKER (Entwicklungsgeschichte 1861 p. 378) dieses Stadium gemeint, wenn er schreibt: »auf einem gewissen Stadium angelangt ändert sich jedoch dieser Typus (d. h. einer gewöhnlichen traubenförmigen Drüse) und es entstehen die eigenthümlichen kleinsten Lungenläppchen mit den innig vereinten und wie in einen gemeinschaftlichen Hohlraum einmündenden Drüsenbläschen, den Luftzellen, dadurch, dass ein Bronchialende mit den betreffenden endständigen Drüsenbläschen Knospen treibt, die nicht mehr von einander sich trennen und zu neuen gestielten Bläschen werden, sondern alle mit einander verbunden bleiben und später wie in einen gemeinsamen Binnenraum einmünden«. KÖLLIKER beschreibt hier die Entstehung der Alveolen innerhalb der Gänge; ein Unterschied zwischen seiner und meiner Auffassung ist nur der, dass ich nicht von einem gemeinsamen Binnenraum rede, sondern einfach von unmittelbar an die Bronchialcanäle sich anschliessenden Gängen. — Nur eine genaue Angabe über das plattenförmige Epithel der Gänge und Alveoli vermisse ich bei KÖLLIKER. Wohl spricht er (l. c. p. 378) bei menschlichen Embryonen von einem Pflasterepithel von 0,004—0,005''' Dicke, welches die an dem Ende der feinsten Bronchien gelegenen »Lungenbläschen« besitzen; aber hierunter ist nicht das Pflasterepithel der Alveoli zu verstehen, welches viel niedriger ist, sondern wohl nur die Form des Epithels, welche zwischen dem cylindrischen Epithel der provisorischen Lungenbläschen und dem plattenförmigen Epithel der Alveolen in der Mitte liegt, gleich wie jene »Lungenbläschen« die Mitte halten oder vermitteln zwischen den provisorischen und den definitiven der Alveolengänge. — Jedenfalls muss ich die Anwesenheit eines ganz niedrigen Plattenepithels innerhalb der Alveolengänge und der Alveolen in dem oben bezeichneten embryonalen Stadium der Lunge besonders betonen. Uebrigens führe ich sofort zwei andre Autoren an, welche auch von einem Plattenepithel der Alveolen während des embryonalen Lebens reden. SCHULZE (l. c. p. 474) sagt: »Während man in den Alveolen älterer Foetus noch eine gleichmässige Schicht dicht aneinander liegender platter 4—6eckiger

Epithelzellen sieht, u. s. w. und Frey (l. c. p. 490): »Der Säugethierfoetus zeigt uns ebenfalls ein zusammenhängendes durchaus gleichartiges Epithel in den Lungenbläschen und Alveolengängen. Die Bestandtheile desselben sind polyedrische platte Zellen mit Kern und Protoplasma«.

Diesen durchaus übereinstimmenden Angaben von der Existenz eines Pflasterepithels in den Alveolen der foetalen Säugethierlunge gegenüber behauptet nun Küttner (l. c. p. 24): die Alveolen der embryonalen Lunge sind mit cubischem Epithel ausgekleidet — erst durch die erste Athmung werden die cubischen Zellen zu Pflasterzellen.

Küttner stützt seine Behauptung auf folgendes Experiment: er injicirte in die Bronchien embryonaler Lungen zuerst eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, dann Leim. Er fand dann gleich wie bei menschlichen so auch bei Rinder-Embryonen von 0,8—100 Cm. an nicht ausgedehnten Lungenbläschen ein cubisches an ausgedehnten aber ein pflasterförmiges Epithel. Dann schreibt er: »Die in dieser Weise an Embryonen zu Stande gebrachten Kunstproducte gleichen denen auf physiologischem Wege durch Athmung zu Stande gekommenen und zeugen für eine ganz besondere Zähigkeit und Dehnbarkeit der Epithelien selbst an todten Objecten. In allen diesen Fällen liess sich die Continuität des den Bronchialraum deckenden Cylinderepithels mit dem Pflasterepithel der Alveolen deutlich sehen«. — Küttner zeichnet in seiner Figur 6 drei verschiedene Lungenläppchen in verschiedenen Graden der Ausdehnung je mit verschiedenem Epithel bekleidet, wie er selbst beifügt von einer Lunge, in welcher weder Alveolengänge noch Alveolen ausgebreitet waren. — Ich habe gar keinen Grund diesen Befund anzuzweifeln, doch halte ich es nicht für zulässig aus diesem Befund einen directen Schluss zu machen auf die Entstehung des Plattenepithels in den Alveolengängen. — Meinetwegen mag Küttner aus seinem Experiment auf die Dehnbarkeit der Epithelzellen schliessen — doch dazu bedurfte er gar keiner solchen Versuche. Der Schluss, dass der Druck der durch das Athmen in die Lunge eingetretenen Luft das cubische Epithel der Alveolen in pflasterförmiges verwandelte, ist nicht gestattet, weil dazu vor allem Küttner erst den Nachweis zu führen hatte, dass die Alveolengänge und Alveolen der embryonalen Lunge wirklich cubisches Epithel besitzen: dieser Nachweis ist nicht geführt worden, wird auch nicht geführt werden können. — So lange dieser Nachweis fehlt, hat der Befund von Pflasterepithel in den durch Leim ausgedehnten (älteren) foetalen Lungen keine Beweiskraft. — Ich bleibe demnach dabei, dass schon während des embryonalen Lebens die Alveolengänge und Alveolen Plattenepithel aufweisen.

Ich habe hier aber bei einem Einwand Boll's in Betreff der Abstammung des Epithels der Alveolen etwas zu verharren. Boll meint (l. c. p. 38), dass unter gewissen Voraussetzungen die Leber als ein gemischtes drüsiges Organ anzusehen sei, dessen ausführendes System der Gallengänge eine echte epitheliale Auskleidung besitze, während das Parenchym der Leberzellen nicht epithelialer Abkunft sei und fährt dann fort: »Ein ähnliches Verhältniss möchte ich für die Lunge annehmen. Auch bei dieser erfolgt zwar die Bildung des gesammten ausführenden Systems bis in die feinsten Bronchien hinein streng nach dem oben ausführlich geschilderten Typus: es ist mir aber zweifelhaft geblieben, ob auch die eigentlichen Lungenalveolen selbst demselben Entwicklungsprocess ihre Entstehung verdanken, wie die Bronchien. Wenigstens habe ich nie mit Sicherheit den entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang ihrer zelligen Auskleidung mit dem Bronchialepithel nachweisen können«.

Boll hat hiermit nur eine Hypothese aufgenommen, welche Buhl (Lungenentzündung, Tuberkulose und Schwindsucht. München 1872) ausgesprochen hat: darnach soll das Alveolenepithel nicht die Bedeutung eines echten Epithels, sondern die eines an der Innenfläche der Alveolenwand sich ausbreitenden Lympfgefässendothels haben.

Ich vermag weder die geistreiche Buhl'sche, noch die Boll'sche Hypothese zu bestätigen; meines Erachtens unterstützt die Untersuchung embryonaler Lungen die Hypothese durchaus nicht, sondern redet im Gegentheil einem directen Zusammenhang zwischen dem Bronchialepithel und dem Alveolenepithel das Wort. Es ist mir auch nicht bekannt geworden, dass jene Hypothese sich unter den Anatomen grossen Anhang erworben hat.

Wie sind die eigentlich respiratorischen Räume der Lunge gestaltet? Oder mit andern Worten, wie sind diejenigen Räume beschaffen, in welchen der Gasaustausch zwischen der äussern Luft und dem Blut stattfindet?

Die Frage wird auch heute nicht von allen Anatomen in gleicher Weise beantwortet: Die Beschreibung und die Figur, welche E. E. Hoffmann giebt (Lehrbuch der Anatomie. I Th. 2. Aufl. p. 764 Fig. 564), stimmen nicht mit der Schilderung F. E. Schulze's überein; die Abbildung und Darstellung Toldt's (Lehrbuch der Gewebelehre Stuttgart 1877 p. 424) weichen ebenfalls von Schulze ab. — Es ist nicht zu leugnen, dass bei Untersuchungen von Schnittpräparaten an Menschen- und Säugethierlungen man die sichtbaren Bilder gewöhnlich gar nicht mit der ge-

läufigen Vorstellung der Einmündung der Bronchioli in die mit Alveolen versehene Infundibula, wie z. B. HOFFMANN sie bildlich wiedergiebt, in Vereinigung bringen kann. Man mag schneiden wie man will — an aufgeblasenen und getrockneten Lungen, die so vielfach beschriebenen Infundibula sind nicht zu finden — nur überaus unregelmässige, jedoch abgerundete Oeffnungen, Löcher sind sichtbar. — Warum aber sind denn keine Infundibula zu sehen? Darauf lautet die einfache Antwort: Infundibula können gar nicht sichtbar gemacht werden, weil gar keine existiren. Uebrigens sind die aufgeblasenen oder mit Leim injicirten Lungen nicht zur Untersuchung geeignet, an ihnen ist durch die hineingetriebene Luft oder Leimmasse ein Zustand herbeigeführt worden, der dem vorübergehenden Zustand der Lunge während der Inspiration möglicher Weise entspricht, aber der keineswegs passend ist, eine richtige Vorstellung von der wirklichen Beschaffenheit der respirirenden Canäle zu erzeugen.

Am geeignetsten, um über die Gestaltung und Anordnung der respirirenden Canäle schnell und sicher ins Reine zu kommen, halte ich die Untersuchung der Lunge kleiner Säugethiere, der Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, ferner jüngerer Individuen z. B. junger, womöglich neugeborner Hunde oder Katzen. Hat man vorher noch die einfachen Bilder, welche die Lungen von Säugethierembryonen darbieten, sich gehörig eingeprägt, so wird man später sich auch in den Präparaten grösserer und älterer Säugethiere oder des Menschen orientiren können.

Das Resultat der Untersuchungen an den Lungen ist: die Bronchien gehen, nachdem sie sich vielfach getheilt und verästelt haben, schliesslich über in verzweigte unregelmässig ausgebuchtete Canäle, welche blind enden — das sind die Alveolengänge SCHULZE's (Fig. 5). Die kleinsten Bronchien (Bronchioli) sind, abgesehen von etwaigen Runzelungen der Schleimhaut, glattwandige cylindrische Röhren, die aus den Bronchioli unmittelbar hervorgehenden Canäle sind nicht glattwandig, sondern mit zahlreichen dicht neben einander befindlichen halbkugeligen oder sphärischen Ausbuchtungen — Alveoli — versehen; mitunter sieht ein der Länge nach getroffener Canal rosenkranzförmig aus. Die kleinsten Bronchien sind verhältnissmässig noch dickwandig, sie zeigen ausser dem sie begrenzenden faserigen Bindegewebe eine Schicht glatter Muskelfasern (Fig 7*e*) und ein einfaches (cylindrisches oder prismatisches) Epithel, welches bei verschiedenen Thierspecies nicht die gleiche Höhe besitzt. Die Höhe einer Epithelzelle in der Lunge der Maus (cf. Fig. 6) bestimmte ich auf 0,030 Mm., die Breite auf 0,015 Mm.

An Lungen anderer Säugethiere z. B. Pferd, fand ich das Epithel niedriger (0,018 Mm. Höhe, 0,012 Mm. die Breite), so dass in gewisser Beziehung schon das Epithel als Pflasterepithel bezeichnet werden kann. Ueber die Existenz von Flimmern an den Epithelzellen dieser kleinsten Bronchien habe ich an den gehärteten und geschnittenen Lungen nicht mit Sicherheit mich überzeugen können. — Die ausgebuchteten Canäle (Alveolengänge) lassen keine eigentliche, d. h. keine isolirbare und abgrenzbare Wand erkennen, sie erscheinen vielmehr als Lücken und Räume, welche durch das bindegewebige Stroma der Lunge begrenzt werden. Die Canäle und ihre Ausbuchtungen (Alveoli) sind mit einem äusserst zarten Plattenepithel ausgekleidet — an günstig getroffenen Schnitten ist es möglich den Uebergang des Epithels der Bronchien in das Epithel der Alveolen zu erkennen (Fig. 6 u. 7)[1]. — Von der überaus grossen Zartheit und den wechselnden Formen dieses Plattenepithels bei verschiedenen Thierspecies sind die mannigfachen Schilderungen und mannigfachen Abbildungen in den verschiedensten die Lunge betreffenden Publicationen ein Beweis.

Glatte Muskelfasern habe ich an den Alveolengängen nicht beobachtet. Ohne hier auf diesen Punct näher einzugehen, führe ich kurz an, dass ich nur beim Schaf solche Gebilde (längliche Kerne) an den Alveolen gesehen habe, welche etwa für den Kern glatter Muskelfasern gehalten werden könnten; bei den andern von mir untersuchten Säugern habe ich nichts darauf bezügliches gesehen. Da es mir nun höchst unwahrscheinlich ist, dass das Schaf allein glatte Muskelfasern an seinen Alveolen haben sollte, die andern Säuger nicht, so halte ich vor der Hand daran fest, dass die Alveolen keine Muskelfasern haben und dass jene Kerne in der Alveolenwand der Schaf-Lunge bindegewebig sind.

Die von mir vertretene Auffassung und Schilderung der respirirenden Räume als verzweigte, ausgebuchtete blind endigende Canäle macht keinen Anspruch neu oder originell zu sein; sie ist nur eine Bestätigung der ursprünglich von Schulze aufgestellten und dann etwas von Henle modificirten Ansicht. — Es sei mir gestattet zum bessern Verständniss ein wenig auf die älteren Vorstellungen zurückzugehen.

Man hat früher die Ansicht gehegt, dass die Bronchien sich verästelten und dass je ein feinstes Aestchen in ein einziges Lungenbläschen, eine blinde Erweiterung des Astes überging (Reisseisen 1803).

[1] Ich habe keinen Versuch gemacht, das Epithel der Alveolen nach solchen Schnittbildern zu zeichnen. Dass ein Epithel existirt, davon kann man sich an derartigen Präparaten durch Verschiebung der Schraube überzeugen, es treten dann je nach der Lage die Zellen hervor oder nicht.

Man dachte sich den Bau der Lunge so wie den Bau der traubenförmigen Drüsen oder etwa wie die embryonale Lunge mit ihren provisorischen Lungenbläschen.

Nach einer anderen späteren Auffassung sollten eine Anzahl der Lungenbläschen mit einander zusammenhängen und zwar so, dass dadurch ein grösserer Raum gebildet werde, zu welchen ein Bronchialästchen führte (Magendi, Rainey, Rossignol, Adriani u. andre). Rossignol war es, der jene Gruppen von Lungenbläschen als ein Infundibulum und die Ausbuchtungen als Alveoli bezeichnete. — Die Rossignol'sche Abhandlung habe ich leider nicht einsehen können, ich kenne nur die Copie einer Rossignol'schen Zeichnung aus dem Aufsatz von Th. Williams in der Cyclopaedie of Anatomy and Physiology ed. by Todd (Vol. V. London 1854 — 1859 p. 258 u. ff.). Es sehen aber die Rossignol-schen Infundibula ganz anders aus als die der deutschen Anatomen und Histologen. In den deutschen Hand- und Lehrbüchern erscheint das Infundibulum als ein wirklicher »Trichter« oder als ein mit Alveolen besetzter Kegel. Ich bin nicht im Stande gewesen, das Original zu der bei Hoffmann befindlichen Figur (l. c. p. 764) zu entdecken. Auf welche Weise und von woher nun gerade diese Auffassung des Lungenbaus, diese Anschauung des Uebergangs eines Bronchial-Astes in ein kegelförmiges Infundibulum — allmälig überall Eingang gefunden hat, trotzdem sich dieselben weder an Schnittpräparaten noch an Corrosionspräparaten erweisen lässt, ist mir nicht verständlich. — Von Rossignol stammt nichts als der Name und überdies hat Kölliker bereits in seiner mikroskopischen Anatomie (l. c. p. 309) schon darauf hingedeutet, dass nicht die geringste Nöthigung vorhanden sei, die Gruppe von Lungenbläschen — den kleinsten Läppchen der Drüsen entsprechende Gebilde — mit dem Namen Infundibula zu bezeichnen. Wenn ich die Fig. 281 Kölliker's mit der geläufigen Figur des Infundibulum vergleiche, so scheint es mir, als ob die Kegelform des Infundibulums der Handbücher daraus hervorgegangen, dass man Kölliker's Figur nicht verstanden hat. Kölliker zeichnet zwei Lungenläppchen. welche aus einer Anzahl kleiner Alveolengruppen bestehen — nur diese kleinen Alveolengruppen wären den Infundibula Rossignol's zu vergleichen — so fasst es Kölliker selbst auf, nicht aber dem ganzen Läppchen. Bei Hoffmann und anderen hat aber das Infundibulum grosse Aehnlichkeit mit den Umrissen des Läppchens. Wenn ich nun Kölliker's ausführliche Darstellung (l. c. p. 309 u. 310) durchlese, so muss ich es aussprechen, dass dieselbe gar nicht so sehr, als auf den ersten Blick erscheint, von derjenigen abweicht, welche Schulze in der Folge gab. Das was jedoch der Kölliker'schen Auffassung fehlt, das brachte

Fr. E. Schulze mit glücklicher Hand hinzu: die Unterscheidung zwischen den kleinsten Bronchioli und den mit Alveolen versehenen respirirenden Gängen oder Canälen.

Schulze lehrte (l. c. p. 464 u. ff.), die kleinsten Bronchien gehen in röhrenförmige Gänge über, welche sich spitzwinklig dichotomisch theilen und blind endigen, die Gänge sind nicht mit gleichmässigen Wänden versehen, sondern mit zahlreichen aneinander stossenden Hohlzellen (Alveolen), welche in das Lumen der Gänge sich öffnen. Diese Gänge nannte Schulze Alveolengänge, sie bezeichnete er als die eigentlich respirirenden Räume. — Es ist ganz entschieden das Verdienst Schulze's gerade durch das Betonen der Alveolengänge mit einem Mal ein helles Licht über den Bau der Lunge verbreitet zu haben. Die eingehendste Würdigung hat die Auffassung Schulze's durch Henle (Eingeweidelehre 2. Auflage 1873 p. 287) erfahren, welcher die Existenz jener Canäle bestätigte und den Namen »Alveolargänge« adoptirte[1].

Nur in einem Puncte weicht Henle von Schulze ab, und wie ich zugeben muss, mit vollem Recht. Schulze sagt, die Alveolengänge enden blind mit kleinen, meistens trichterförmig sich erweiternden Endausläufern und ähnlich trichterförmig gestalteten kurzen seitlichen Aestchen: beide wurden wegen ihres verhältnissmässig engen Eingangs und weitem Grunde »Infundibula« genannt. — Vergleicht man die beiden Schulze'schen Figuren 125 u. 126, so tritt die beschriebene Trichterform keineswegs scharf hervor. — Beide Figuren sind ohne Zweifel naturgetreu gezeichnet. — Es macht nun Henle die richtige Bemerkung, dass die Endästchen der Canäle mit den Alveoli gar keine Trichterform besässen, dass deshalb gar keine Nöthigung vorläge, die Endästchen mit dem besonderen Namen »Infundibula« zu benennen. Henle lässt daher den Namen und auch den Begriff des Infundibulum gänzlich bei Seite und hat damit gewiss etwas durchaus Nachahmungswerthes gethan. Ich habe bei der oben von mir gelieferten Schilderung der respirirenden Hohl-Räume nur von blind endigenden mit Alveolen besetzten Canälen gesprochen. Ich bin der Ueberzeugung, dass Schulze in dieser Aenderung seiner Darstellung keine Schmälerung seiner Verdienste sehen wird.

Es ist jedenfalls nothwendig, dass die von Schulze in die deutsche anatomische Literatur eingeführte Darstellung der respirirenden Hohlräume baldigst gehörige Anerkennung finde und dass solche Bilder wie jene grossen Infundibula bei Hoffmann aus den Handbüchern der Ana-

1) Schulze sagt Alveolengänge, Henle Alveolargänge: ich habe die Bezeichnung Schulze's beibehalten, obgleich die Henle'sche Correctur mir ganz richtig erscheint.

tomie verschwinden. SCHULZE macht bereits in einer Anmerkung (l. c. p. 465) darauf aufmerksam, dass ähnliche Darstellungen vom Bau der Lunge, wie die seinige, sich schon bei englischen und französischen Autoren fänden: es werden LEREBOULLET, ADDISON, ROSSIGNOL, LE FORT, WILLIAMS angeführt. Ich möchte noch besonders verweisen auf die Dissertation von ADRIANI (de subtiliori pulmonum structura, Trajecti ad Rhenum 1847) und die beigefügte Fig. 13, sowie auf HOUGHTON WATERS (The anatomy of the human lung. London and Liverpool 1860) und die darin enthaltenen Figuren 14, 15, 16, 17.

Zum Schlusse einige Worte über das von mir benutzte Material. An Embryonen konnte ich eine grosse Serie benutzen vom Schaf und zwar von 16—250 Mm. Grösse, dann einige Embryonen vom Rind, Schwein, Pferd, Kaninchen, Maus. Die kleinen Embryonen waren in toto durch eine wässrige Lösung von Chromsäure gehärtet, bei den grössern wurde die Lunge isolirt der Chromsäure-Wirkung ausgesetzt. Als Färbemittel diente vor allem Carmin, daneben auch Eosin. — Von erwachsenen Säugethieren untersuchte ich ferner noch die Lunge von Hund, Katze, Ratte, Meerschweinchen, Igel, Maulwurf, daneben die Lungen derselben Species, deren Embryonen verarbeitet wurden. — Menschliche Lungen wurden, weil mir hier kein hinreichendes frisches Material zu Gebote steht, nur gelegentlich untersucht. Ich hebe nochmals hervor, dass übersichtliche Präparate am leichtesten bei kleinen Thieren, z. B. bei Mäusen zu gewinnen sind.

Dorpat, 18/30. November 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. Aus der Lunge eines Schaf-Embryo von 120 Mm. bei 80fach. Vergrösserung gezeichnet

a Bronchiolus,

b provisorisches Lungenbläschen,

c Beginn der Entwicklung eines provisorischen Lungenbläschens.

Fig. 2. Aus demselben Embryo bei 300facher Vergrösserung. *a*, *b*, wie Fig. 1.

Fig. 3. Aus der Lunge eines Schaf-Embryo von 250 Mm. bei 80facher Vergrösserung.

a Bronchiolus,

d Alveolengänge.

Fig. 4. Aus demselben Embryo bei 300facher Vergrösserung.

a Bronchiolus,

d Anfang eines Alveolengangs.

Fig. 5. Aus der Lunge einer Maus, bei 80fach. Vergrösserung, der Uebergang eines kleinen Bronchialastes in Bronchioli (*a'*, *a'*) und in Alveolengänge (*d*) darstellend.

Fig. 6. Aus derselben Lunge bei 300facher Vergrösserung.

a Bronchiolus,

b Alveolengänge.

Fig. 7. Aus der Lunge eines Pferdes, den Uebergang eines Bronchiolus in Alveolengänge darstellend. Vergrösserung 300.

a Bronchiolus mit Epithel,

e die Schicht der glatten Muskelfasern im Querschnitt.

Ueber die Schmuckfarben der Daphnoiden.

Von

Dr. August Weismann,

Professor in Freiburg i. Br.

Mit Tafel VII.

Man hat bisher den bunten Färbungen, welche bei Daphnoiden vorkommen, nur geringe Aufmerksamkeit geschenkt, und vom systematischen, wie auch vom vergleichend-anatomischen Standpuncte aus bieten sie in der That kein besonderes Interesse. Dennoch scheinen sie mir der Beachtung werth, ja mehr sogar, als manche andere, vielleicht auffallendere und complicirte Färbungen verwandter Thiergruppen.

Gewiss haben z. B. niedere und höhere Crustaceen des Meeres eine so grosse Fülle der verschiedenartigsten Pigmentirungen aufzuweisen, dass, wenn es sich nur darum handelte, das Vorkommen auffallender Farbenpracht bei einer so niederen Thiergruppe festzustellen, oder die Mannigfaltigkeit solcher Färbungen zu schildern, man weit besser thäte, sich an die marinen Kruster zu halten, als sich zu den wenigen Daphnoidenformen zu wenden, welche Aehnliches bieten. Ja es finden sich sogar unter den Krustern des süssen Wassers aus andere r Ordnung vielleicht mehr Arten mit schönen und intensiven Farben, ganz besonders unter den Copepoden.

Sobald es sich aber nicht blos um eine einfache Schilderung der vorkommenden Färbungen handelt, sondern zugleich um eine Zurückführung derselben auf ihre Ursachen, soweit dieselben nicht blos in den Geheimnissen des Stoffwechsels, sondern zugleich in den Lebensverhältnissen und Lebensbeziehungen der Thiere liegen, so verdienen

— wie mir scheint — die farbigen Daphnoiden den Vorzug vor allen übrigen verwandten Gruppen, nicht nur deshalb, weil wir ihre Lebensverhältnisse besser kennen, oder doch besser kennen lernen können, als die der meisten Bewohner des Meeres, auch nicht blos deshalb, weil ihre Zahl ungleich geringer ist, und man leichter zu einer Uebersicht und Verarbeitung der beobachteten Thatsachen gelangen kann, sondern vor Allem, weil sie sich abwechselnd ein- und zweigeschlechtlich fortpflanzen.

Es wird aus dem Folgenden hervorgehen, dass sympathische Färbungen bei den Daphnoiden zwar vorkommen, aber kaum eine Verwechselung mit den hier zu betrachtenden Farben zulassen. Allerdings beruht die Gesammtfärbung fast immer auf Anpassung, so die glasartige Durchsichtigkeit der »pelagischen« Daphnoiden, der trübere Ton der Ufer- und Sumpfbewohner, allein es liegt kein Grund vor, einzelne grelle Farbenflecke auf Anpassung an die Umgebung zu beziehen, und auch darin liegt ein Vortheil, denn es folgt daraus, dass diese Färbungen, falls sie überhaupt irgend eine Bedeutung für die Thiere haben, nur die eines Schmuckes haben können, der erworben wurde im Wettbewerb um die Fortpflanzung. In der That ist dies meine Meinung, für welche ich die Gründe später zu entwickeln haben werde. Sollte es mir gelingen, dieselbe als wahrscheinlich richtig nachzuweisen, so würde dadurch zugleich Licht auf die Färbungen anderer Kruster geworfen, bei welchen man über einen etwaigen Antheil geschlechtlicher Züchtung viel schwieriger zu einer bestimmten Ansicht hätte gelangen können, und es wird auf diesem Wege entschieden werden, ob wirklich schon bei so relativ niederen Thieren die sexuelle Zuchtwahl eine Rolle spielt. Bei den übrigen niederen Crustaceen lässt sich diese Frage kaum direct in Angriff nehmen, weil man es stets nur mit Thieren zu thun hat, die sich auf die gewöhnliche Weise durch Paarung der Geschlechter fortpflanzen, und weil andererseits Unterschiede der Färbung nach dem Geschlecht bei Crustaceen selten vorkommen, somit gerade das Criterium fortfällt, welches bei andern Thiergruppen mit bunten Farben, besonders bei Schmetterlingen und Vögeln am sichersten den Einfluss geschlechtlicher Züchtung verräth. Dass indessen auch hier brillante Farben auf das eine Geschlecht beschränkt sein können, zeigen die meisten männlichen Sapphirinen, und zeigt auch eine Daphnoide. Gewöhnlich scheint indessen bei den Daphnoiden wie bei den übrigen Crustaceen die Uebertragung der Schmuckfärbung — falls überhaupt diese Deutung der Färbung richtig ist — von einem Geschlecht auf das andere sehr rasch und vollständig stattzufinden, und deshalb ist es von

grossem Werth, dass zwischen die durch Paarung sich fortpflanzenden eigentlichen Geschlechtsgenerationen sich blosse Weibchengenerationen, parthenogenesirende oder eingeschlechtliche Generationen — einschieben, an denen man prüfen kann, ob die Schmuckfarben zuerst nur bei den Geschlechtsgenerationen, oder zugleich auch bei ihnen entstanden sind. In letzterem Falle könnte natürlich an sexuelle Züchtung als Ursache des Farbenschmuckes nicht gedacht werden, während umgekehrt, wenn die Farben nur bei den zweigeschlechtlichen Generationen und gar nicht bei den eingeschlechtlichen aufträten, die Feststellung derselben als Resultat geschlechtlicher Wettbewerbung beinahe schon als geleistet zu betrachten wäre.

So einfach liegt nun freilich die Sache nicht, aber dennoch trägt das Verhalten der eingeschlechtlichen Generationen wesentlich zur Klärung der Frage bei.

Ich werde zuerst die Art und Vertheilung der Schmuckfarben bei den einzelnen beobachteten Arten beschreiben und dann den Versuch folgen lassen, die angedeutete Ansicht über die ursprüngliche Bedeutung und die Entstehung dieser Farben zu begründen. Auch abgesehen von dem speciellen Endresultat wird diese Untersuchung einige Ausblicke und Gesichtspuncte bieten, welche für die Beurtheilung allgemeinerer Fragen vielleicht nicht werthlos sind.

Latona setifera O. F. Müller.

Latona setifera muss an die Spitze aller Daphnoiden gestellt werden in Bezug auf Farbenpracht. Bei auffallendem Lichte erscheint das ziemlich grosse Thier (2—2,5 Mm.) zwar sehr unscheinbar, gelblich wie der Lehmgrund, auf welchem es sitzt, aber bei durchfallendem Licht nimmt es sich überraschend bunt aus. P. E. Müller führt auch in seiner Diagnose der Art ganz richtig an: »Animal maculis coeruleis et rosaceis ornatum« (a. a. O. p. 97); er hätte noch hinzusetzen können »et brunneis«.

Diese farbigen Flecken liegen zum grössten Theil auf der Schale, und zwar auf ihrer ganzen Fläche in sehr regelmässiger und ziemlich constanter Weise vertheilt (Fig. 3).

Ueber dem Brutraum finden sich nur braune Flecken von netz- oder baumförmig verästelter Gestalt, und zwar je eine Reihe von drei Flecken zu beiden Seiten der Mittellinie des Rückens und je eine Reihe von zwei Flecken weiter seitwärts. Die Flanken der Schalenklappen sind mit sechs bis sieben Flecken geziert, von welchen drei oder vier kastanienbraun, zwei kobaltblau, und einer oder auch zwei scharlach-

roth sind. Roth wie Blau schwanken übrigens in der Schattirung, zuweilen wird das Blau Lila, das Roth Rosa, im Ganzen aber sind diese Schwankungen sehr gering, wenigstens an den mir allein bekannten Thieren des Bodensees [1]).

Ausser diesen Flecken finden sich regelmässig noch kobaltblaue Flecke auf der Oberseite des Stammes der Ruderantennen, sowie an der Seite und dem Hinterrand des Kopfes, kleine lebhaft scharlachrothe Pigmentspritzer auf dem Stamm der Ruderantennen, auf der lappenförmig vorstehenden Vorderecke der Schalenklappen und auf der Rückenhaut. Nicht wenig trägt dann zum bunten Aussehen des Thieres noch die diffuse, lebhaft blaue Färbung der vordern Magenwand bei, zu der häufig noch diffuse blaue Färbung des umgebenden Gewebes hinzukommt. Schliesslich seien noch schön blaue und violette Fleckchenreihen zu beiden Seiten des Mastdarms erwähnt, die in der Figur freilich nur wenig hervortreten, bei etwas stärkerer Vergrösserung aber sich sehr brillant ausnehmen.

Nimmt man nun noch hinzu, dass der Darminhalt vorn meist gelb, die denselben umspinnenden Fettkörperstränge schön hellbraun erscheinen, so erhält man ein gewiss recht buntes Bild, allerdings hauptsächlich nur bei der Ansicht von oben, denn die ganze Unterseite des Thieres sammt den Beinen zeigt keine eigentliche Pigmentirung, höchstens einen leicht gelblichen Ton. Auch in der Seitenlage tritt die Färbung schön hervor, allein so leicht Sida in die Seitenlage zu bringen ist, so schwer fällt dies bei Latona, welche mit ihrem breiten Körper in natürlichem Zustand stets nur in Bauch- oder Rückenlage sich hält.

Die Pigmentirung der Männchen gleicht genau der der Weibchen und ist nur deshalb meist etwas weniger brillant, weil die Männchen kleiner und meist auch jünger sind als die Weibchen. Mit dem Alter und der Körpergrösse aber wachsen die Pigmentflecken bedeutend, so dass sie bei alten Weibchen den grössten Theil der Schalenklappen bedecken. Ich habe jetzt auch ein Weibchen mit Wintereiern beobachtet und auch dieses unterschied sich in der Färbung durchaus nicht von den übrigen erwachsenen Thieren der Art [2]).

1) Irrthümlicherweise habe ich bisher geglaubt, diese Art zuerst im Bodensee aufgefunden zu haben; P. E. Müller hat sie indessen schon vor mir dort entdeckt. Siehe dessen »Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse« 1870.

2) Meine frühere Vermuthung, dass auch bei Latona kein Ephippium vorkomme, sowie dass mehr als zwei Wintereier gleichzeitig in den Brutraum austreten, kann ich jetzt als richtig feststellen. Die Wintereier sind sehr ähnlich denen von Sida, stumpf oval, bei auffallendem Licht weisslich, bei durchfallendem braun,

Es muss noch hervorgehoben werden, dass schon ganz junge Thiere von 0,5 Mm. Länge die charakteristischen Farbenflecke besitzen, auch die Magenwand ist schon blau. Beiläufig sei auch erwähnt — was in phyletischer Beziehung interessant ist, — dass der dritte Ast der Ruderantennen schon beim Embryo angelegt wird als ein Fortsatz des oberen der beiden Hauptäste: die Deutung, welche in diesem dritten Ast nur einen Auswuchs des ersten sieht, ist somit vollkommen richtig, und das frühe Erscheinen würde auf eine schon weit zurückliegende Trennung von der sonst so nahe stehenden Gattung Sida schliessen lassen.

Ich füge hier gleich das Histologische über die Färbungen hinzu, um bei den übrigen Daphnoiden nicht wieder darauf zurückzukommen.

Die Pigmentirung kommt auf dreierlei Weise zu Stande. Einmal durch Entwicklung von Farbstoff in den Zellen innerer Organe, wie in der Wand des Magens. Hier erkennt man nur bei starker Vergrösserung feine Pigmentkörnchen, welche nicht sehr dicht im Zellenleib zerstreut liegen. Es ist dies die sog. diffuse Färbung.

Zweitens durch Pigmentablagerung in den Zellen der Hypodermis. Dahin gehört das Blau auf den Ruderarmen, wo die farbigen Zellen unmittelbar aneinanderstossen und jede mit einem hellen Kern versehen ist; dahin gehören auch die rothen Fleckchen an demselben Ort und auf dem Vorderlappen der Schale, dahin endlich die grossen blauen und rothen Flecken der Schalenklappen. P. E. Müller hat bereits gezeigt, dass die Maschen dieser zierlichen Farbennetze nicht etwa einzelnen Hypodermiszellen entsprechen, sondern dass die das Pigment enthaltenden Hypodermiszellen viel grösser sind, so dass auf jede von ihnen etwa zehn bis sechszehn Farbenmaschen kommen. Innerhalb einer Zelle herrscht immer nur eine Farbe, Roth oder Blau, und die hellen Flecke in den Maschen sind nicht etwa Kerne, sondern vielmehr die Stützfasern der Schale, und zwar deren verbreiterte Ansatzstellen, »welche hier hohl und mit Pigmentkörnern erfüllt« sind, wie dies Leydig seiner Zeit schon bei den braunen Pigmentflecken von Sida richtig erkannt hat. In Fig. 3 *D* sind wahrscheinlich drei Hypodermiszellen dargestellt, deren Grenzlinien aber nicht zu erkennen waren und deshalb auch nicht eingezeichnet wurden.

der Dotter feinkörnig, ohne »Oeltropfen«, Länge 0,44 Mm., Breite 0,36 Mm.; Eischale derb, glatt, ohne Sculptur. Vergleiche die betreffenden Angaben in diesen »Beiträgen«, Heft II. Auch die Zeit der Wintereibildung — Ende October — stimmt mit Sida.

Irrig aber wäre es zu glauben, dass auch die braunen Flecke der Schale bei Latona der Hypodermis angehörten. Diese liegen nicht in, sondern zwischen den beiden Hypodermisblättern, und ein jeder Fleck rührt nur von einer einzigen grossen Zelle her.

Am besten erkennt man dies auf dem optischen Querschnitt in der Nähe des Schalenrandes (Fig. 3 *B*). Die Pigmentzelle zeigt dann die Amphidiscusform und besteht, wie ein moderner Doppelknopf, aus einem dicken Stiel, der das Lumen der Schale quer durchsetzt, und aus zwei Platten, welche der Innenfläche der Hypodermis aufliegen. Im Stiel erkennt man den hellen Kern. Da auch hier die Zelle von Stützfasern durchsetzt wird, kommt dieselbe netzförmige Zeichnung des Farbenfleckes zu Stande wie beim Roth und Blau, die beim jungen Thier noch kleine Zelle wächst, indem sie dendritische Ausläufer um die Stützfaseransätze herumschiebt, die dann jenseits wieder miteinander verschmelzen. Natürlich liegen hier zwei Maschennetze übereinander, eines auf dem äussern, eines auf dem innern Blatt der Schale, und dadurch tritt hier die netzförmige Zeichnung weniger deutlich hervor.

In der Farbe ganz ähnlich ist das Braun der Fettkörperstränge, welche unter und vor dem Herzen den Magen umspinnen, und morphologisch werden die braunen Farbzellen der Schale den Zellen des Fettkörpers gleichwerthig sein: sie gehören beide dem mittleren Keimblatte an. Es wird somit die Buntfärbung des Körpers der Latona durch alle drei Keimblätter vermittelt, sowohl Zellen des innern (Magen), als des äussern (Hypodermis), als des mittleren Keimblattes können als Pigmentzellen functioniren.

Was die chemische Natur des Pigmentes betrifft, so kann ich nur sagen, dass das Blau durch Essigsäure in Roth umgewandelt wird, das Roth wird dabei heller, ziegelroth, und ist dann von dem ehemaligen Blau nicht zu unterscheiden.

Sida crystallina O. F. Müller.

Von dieser so überaus häufigen und weit verbreiteten Art scheint es seltsamerweise nur Wenigen bekannt zu sein, dass sie bunte Farben besitzt. Leydig beschreibt zwar völlig richtig Anzahl und Gestalt der braunen Pigmentflecke, welche hier in ganz ähnlicher Weise wie bei Latona auf den Schalenklappen vorkommen, erwähnt aber nicht der oft sehr intensiven rothen und blauen Flecke, welche an ganz bestimmten Stellen des Körpers sich zeigen, freilich nicht bei allen Individuen, sondern nur unter bestimmten Verhältnissen. Aber auch die

braunen Flecke sind nicht immer zu beobachten, wie denn LEYDIG ganz richtig angiebt, dass »nur aus bestimmten Localitäten alle (?) Individuen« diese Flecken besassen. Indessen hängt das Auftreten der Flecken nicht von der »Localität« ab, obgleich allerdings die Färbung der Daphnoiden und speciell der Sida crystallina in gewissem Betrage von der Natur des Aufenthaltes beeinflusst wird, wie nachher noch näher gezeigt werden soll. Die erwähnten braunen, rothen und blauen Flecke sind keine Localzeichen, sie sind vielmehr bestimmten Generationen und Altersstufen eigenthümlich, sie fehlen allen jungen Thieren und treten auch bei den älteren nur gegen den Herbst hin in voller Entfaltung auf, wenn die geschlechtliche Fortpflanzung herannaht oder bereits eingetreten ist. Wenn also P. E. MÜLLER seiner Diagnose von Sida beifügt »Animal hyalinum, interdum maculis coeruleis et rosaceis«, so muss dieses »interdum« zeitlich aufgefasst werden und könnte etwa mit »im Herbst« übersetzt werden. Genau ist damit der Thatbestand freilich noch nicht ausgedrückt.

Man muss unterscheiden zwischen Gesammtfärbung und einzelnen Farbenflecken; die erstere ist sehr abhängig vom Aufenthaltsort. In Seen ist Sida krystallhell, und höchstens alte Exemplare zeigen an den Beinen einen Stich ins Gelbliche, in Sümpfen dagegen ist das ganze Thier gelblich und die Beine oft recht stark röthlichgelb. Diese Färbung hat wohl sicher nichts mit geschlechtlicher Züchtung zu thun, sondern beruht eher auf Anpassung an die im Sumpf häufig gelbe Umgebung des Thieres (abgestorbenes Gras, Schilf, Rohr, Blätter u. s. w.). Die localen Farbenflecke aber sind unabhängig von der Umgebung und kommen so gut bei den krystallhellen Thieren der Seen, als bei den gelben der Sümpfe vor. Sie sind folgende.

Bei allen grossen Weibchen, welche man im Herbst (October, November) einfängt, finden sich die von LEYDIG beschriebenen braunen Flecke auf den Schalenklappen, und zwar auf den Seitenflächen derselben ziemlich weit abwärts gegen den Rand der Schale hin. Es sind ihrer drei, von welchen der vorderste meist sehr kleine vor dem ersten Beinpaar liegt, der zweite grösste zwischen zweitem und drittem, der dritte über dem fünften Beinpaar. Diese Genauigkeit würde überflüssig sein, wenn es nicht eben wichtig wäre, die Constanz der ganzen Anordnung hervorzuheben. Ausserdem finden sich noch am Körper selbst braune Flecke, und zwar drei grosse zu Seiten des Eierstocks, je ein kleiner färbt die Warze, auf welcher die Schwanzborsten sitzen, und viele kleine Flecken umgeben den Mastdarm.

Ausserdem finden sich nun noch blaue und bei manchen Individuen rosenrothe Flecke, und zwar letztere Farbe nur um den Mund herum, hauptsächlich an der Innenfläche der Oberlippe und in zwei grossen diffusen Flecken, welche in der Tiefe der Gewebe unter dem Darm und über dem Ansatz des zweiten und des vierten Fusspaares ihren Sitz haben.

Regelmässig stehen gelbrothe Flecke auf der Innenfläche der Beine nahe ihrem Ansatzpunct und an diesem selbst liegen kleine blaue Fleckchen. Ferner ist die Augenkapsel oft sehr stark blau angeflogen, Stellen auf dem Haftapparat sind blau, Stellen an den Aesten der Ruderantennen, einzelne kleine Stellen auf dem Rücken, die auch roth sein können, an den Kiefern, im Fettkörper um das Ovarium herum.

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Oeffnung des Eileiters in den Brutraum farbig ist, die ich früher schon als Begattungsöffnung in Anspruch nahm, und jetzt mit aller Bestimmtheit als solche bezeichnen kann. Sie ist stets gefärbt, wenn auch ziemlich verschieden, bald gelbroth, bald schwach scharlachroth oder purpurfarbig, bald auch violett oder braun.

Ueberhaupt schwanken die lebhaften Farben bei Sida sehr beträchtlich, aber nicht an ein und derselben Localität und zu derselben Zeit. Dass dabei locale Einflüsse ausser Spiel sind, geht daraus hervor, dass die Colonien ganz ähnlicher Orte verschieden gefärbt sein können. Die Isolirung der Colonien wird hier mehr mit der Fixirung dieser oder jener Farbe zu thun haben, als der directe Einfluss der Lebensbedingungen, es läge also hier ein Fall von Fixirung eines Characters durch Amixie vor.

So fand ich am 28. October 1875 hunderte von Siden aus dem Alpsee bei Immenstadt ohne alles Roth oder Rosa. Alle hatten statt der grossen Rosaflecken am Bauch (Fig. 4) ebenso grosse Flecke von schön kornblumenblauer Farbe. Zur selben Zeit waren alle Siden, welche ich im Bodensee fing, rosen- oder karmoisinroth. Im November allerdings verfärbte sich das Roth in Lila und Violett.

Derartige rothe Siden, wie in Fig. 4 dargestellt, kenne ich überhaupt nur aus dem Bodensee; woher ich sonst Siden untersuchte, begegnete ich immer nur der Blaufärbung, und zwar tritt das Blau von vornherein als solches auf, wie an den jüngeren Thieren leicht festzustellen ist.

Meine Beobachtungen ergeben nun, dass

1) die Männchen anfänglich schwächer gefärbt sind als die Weibchen, später aber eben so stark, und dass:

2) die Weibchen zur Zeit der geschlechtlichen Fort-

pflanzung, d. h. im Spätherbst stärker gefärbt sind als im Frühjahr und Sommer. Ich habe eine grosse Menge von Individuen zu den verschiedensten Zeiten des Jahres gemustert und glaube dieses Ergebniss als sicher betrachten zu dürfen.

Allerdings ist der letztere Satz nicht so aufzufassen, als erschiene die Buntfärbung etwa erst mit dem Auftreten der Männchen. Aber während man im Spätherbst unter hundert Weibchen 99 mit brillanter Färbung und kaum eines mit ganz schwacher oder gar keiner Buntfärbung findet, ist Anfang Juni die überwiegende Mehrzahl der Weibchen ganz ungefärbt, einige sind schwach gefärbt, und nur ganz vereinzelte Individuen lassen sich in Bezug auf den Glanz der Farben mit den Herbstthieren vergleichen. Allerdings sind im Frühjahr die meisten Thiere noch klein, wenn sie auch schon Eier und Embryonen tragen. aber es kommen auch ganz grosse Weibchen schon vor, und auch diese zeigen nur Spuren von Blau.

Zwischen Weibchen mit Embryonen und solchen mit Wintereiern ist im Herbst kein Unterschied in der Färbung. Auch die Vulva (Oeffnung des Eileiters) ist bei beiden gleich stark pigmentirt. Dies kann indessen nicht überraschen, wenn man weiss, dass die Sidaweibchen zum grossen Theil zuerst Sommereier produciren, um dann zur Wintereibildung überzugehen und mit ihr ihr Leben abzuschliessen. Doch ist es nicht immer so. Weibchen, die Ende October oder im November geboren werden, beginnen nicht selten gleich mit der Hervorbringung von Wintereiern und bleiben dabei, wie ich aus dem Umstande schliesse, dass man noch später im Jahr gar keine Weibchen mit Embryonen mehr antrifft.

Holopedium gibberum Zaddach.

Die einzige bekannte Art dieser sonderbaren Sidine lebt — wie es scheint — nicht in unsern süddeutschen Seen. Mir ist sie wenigstens niemals vorgekommen, obgleich ich oft danach gesucht habe. Ich würde sie deshalb ganz unerwähnt lassen, wenn ich nicht aus einer kurzen Angabe P. E. Müller's mit Bestimmtheit zu erkennen glaubte, dass sie auch zu den wenigen Daphnoiden gehört, welche mit Schmuckfarben geziert sind. In der Diagnose der Art heisst es nämlich bei Müller »interdum maculis rosaceis«. Wenn man nun das »bisweilen« hier ebenso verstehen darf, wie es bei Sida verstanden werden muss, so würden bei Holopedium rosenrothe Flecke hauptsächlich vor und während der Geschlechtsperiode auftreten. Müller beobachtete die Art im Juni, Juli und August, Zaddach nur Anfang Juni, und in der

That erwähnt Letzterer Nichts von Rosaflecken, sondern hebt nur »die wunderbare Durchsichtigkeit aller Körpertheile« hervor[1].

Ob die Vermuthung richtig ist, müssen Beobachtungen in Scandinavien, dem Norden von Deutschland, oder in Böhmen entscheiden, wo allein bisher die Art gefunden wurde, seitdem sie durch ZADDACH 1855 in einem Teich bei Königsberg entdeckt worden ist.

Bythotrephes longimanus Leydig.

Die einzige Bemerkung über Farben bei dieser Gattung finde ich bei P. E. MÜLLER in dessen Diagnose der Art: Bythotrephes Cederströmii Schödl. es heisst: »Animal colore coeruleo, rosaceo, luteo insigne«. Ich schliesse daraus, dass der Bythotrephes der scandinavischen Länder jedenfalls in der Färbung von demjenigen unserer Seen recht verschieden ist, wenn er auch sonst so vollkommen mit ihm übereinstimmt, dass MÜLLER seine ursprüngliche Meinung, dass es sich um zwei Arten handle, zurücknahm, und beide Formen für ein und dieselbe Art[2]) erklärte[3]).

Die Bythotrephes des Bodensees zeigen sich entweder ganz farblos, glasartig durchsichtig, wenn auch nicht so sehr wie Leptodora, oder sie sind noch mit einem prachtvollen Ultramarinblau geschmückt, welches sich hauptsächlich in der Umgebung des Mundes findet, an und unter den Mandibeln, an der Innenfläche der Oberlippe, sowie an den verkümmerten Maxillen, und welches sich allmälig in den umgebenden Geweben verliert. Häufig besitzen auch die Beine und zuweilen die ganze Bauchseite des Thieres einen leisen oder stärkeren Anflug desselben Blau, meist mit lebhafterer Tingirung einzelner Stellen, besonders der Beugungsstelle zwischen Thorax und Abdomen. Eine wirklich blaue Färbung etwa der Unterseite oder gar des ganzen Thieres kommt aber im Bodensee nicht vor.

Dieses Blau findet sich bei Männchen und Weibchen, bei Weibchen mit Brut, wie bei solchen mit Wintereiern, ohne dass man sagen könnte, dass es zu allen Zeiten bei einer dieser Categorien stärker ausgebildet wäre als bei den andern. Das Blau fehlt aber ganz oder ist nur als schwächste Andeutung vorhanden im Sommer, es tritt auf gegen

1) ZADDACH, Holopedium gibberum, ein neues Crustaceon aus der Familie der Branchiopoden. Archiv für Naturgeschichte, 23. Jahrgang, 1. Bd. 1855.

2) Note sur les Cladocères des grands lacs Suisses 1870. p. 10.

3) Während des Druckes erhielt ich SCHÖDLER's neueste »Mittheilungen zur Diagnose einiger Cladoceren«, nach welchen doch zwei Arten von Bythotrephes vorkommen, die sich durch die Gestalt des Schwanzstachels wesentlich unterscheiden. Sitz. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin, 20. Nov. 1877.

den Herbst hin im September, d. h. zur Zeit der geschlechtlichen Fortpflanzung, und wird von da an immer stärker bis Ende October. Zum Beleg mögen folgende Einzelbeobachtungen dienen.

Am 22. Mai 1877 fischte ich mehrere Bythotrephes-Weibchen mit Embryonen im Brutsack, und alle waren krystallhell ohne Spur von Blau, und noch am 23. August desselben Jahres, als schon einzelne junge Männchen auftraten, zeigten die Weibchen kein Blau.

Am 10. October 1877 und ebenso am 26. October 1875 fand ich alle Weibchen prachtvoll blau mit Ausnahme der jüngsten, viele Männchen dagegen waren noch ungefärbt.

Im November endlich schien mir das Verhältniss umgekehrt zu sein, beinahe alle Männchen waren prachtvoll blau, von den Weibchen aber nicht wenige sehr schwach gefärbt, oder auch zwar gefärbt, aber nicht mehr, wie früher, tief blau, sondern lila oder sogar bräunlichroth oder röthlichbraun, und dann immer nur in der Umgebung des Mundes.

Zu allen Zeiten sind junge Thiere ohne jede Färbung.

Zwischen Weibchen mit Brut- und solchen mit Wintereiern besteht kein constanter Unterschied der Färbung, die einen wie die andern sind bald stärker, bald schwächer gefärbt. Ob auch hier alle Weibchen, welche bis in den October hinein Sommereier hervorgebracht hatten, sodann zur Erzeugung von Wintereiern übergehen, kann ich nicht bestimmt angeben, doch ist es mir wahrscheinlich. Sicher dagegen ist es, dass im October oder November geborene Weibchen häufig sogleich mit der Wintereibildung beginnen.

Polyphemus Oculus O. F. Müller.

Während Jurine mit keinem Wort der höchst auffallenden Buntheit des Polyphemus Oculus gedenkt, beschreibt Liévin[1] dieselbe ganz gut folgendermassen: »Dieses wunderschöne Thier prangt oft in den glänzendsten Farben. Auf dem hellen, etwas fleischfarbenen Thorax steht das glänzend schwarze Auge mit dem Perlenkranz der strahlenden Linsen eingefasst; die Füsse und der vordere Theil des Rumpfes sind prächtig violett gefärbt, der untere Theil mit dem Eiraum glänzend orangeroth; bei trächtigen Thieren sieht man in letzterem dann noch die schöngrünen Augen der Embryonen als nierenförmige Flecke.«

Dass die Augen der Embryonen nicht als »Schmuckfärbung« mit in Betracht kommen können, versteht sich von selbst, das grüne Pigment derselben geht auch sehr rasch in braunes und schliesslich in

1) Die Branchiopoden der Danziger Gegend. Danzig 1848. p. 43.

schwarzes über; ebenso wenig der gewöhnlich orangefarbige Inhalt des Magens, obgleich auch dieser die Buntheit des Thieres nicht wenig erhöht. Auch die gelbliche oder schwach orangefarbene Totalfärbung gehört nicht hierher, sondern beruht, ähnlich wie bei Sida wohl auf directem oder indirectem Einfluss localer Verhältnisse. Leydig beobachtete schon, dass die Polyphemus-Colonie des Alpsees wasserhell war, während die Bewohner eines Teiches bei Maiselstein »an den Ruderarmen und dem Rücken des Thorax stark grüngelb angeflogen« waren. Die Individuen, welche mir zu Gesicht kamen, stammten alle aus Sümpfen oder grösseren Teichen und zeigten alle eine gelbliche oder orangene Grundfärbung.

Was hier in Betracht kommt ist die constante Auszeichnung bestimmter Körpertheile durch Farben, und hier sind es nach meinen Erfahrungen vor Allem Mund- und Aftergegend, Füsse und Rücken, welche sich vor andern Partien auszeichnen. Mund- und Aftergegend sind meist blau, lila oder rosenroth gefärbt, die drei letzten Fusspaare von der Spitze ab gegen die Wurzel hin mehr oder weniger ausgedehnt blau, violett bis lila, der Rücken, d. h. die Aussenfläche des Brutsackes bei Weibchen mit Wintereiern auf der Vorderseite violett, rosenroth oder auch mennigroth, auf der Hinterfläche blau. Bei Weibchen mit Sommereiern oder Embryonen zeigt der Brutsack häufig keinen besonderen Farbenschmuck, höchstens ist er nach vorn zu etwas gelblich oder meergrünlich angehaucht. Es besteht also bei dieser Art ein constanter Färbungs-Unterschied zwischen den geschlechtlich und den parthenogenetisch sich vermehrenden Weibchen. Die Männchen sind auch immer schwächer gefärbt als die Weibchen mit Wintereiern, insofern ihnen das Roth auf dem Rücken fehlt, während sie den blauen Anflug auf der Hinterseite des Rückens (der Schale) oft ebenso stark aufweisen, als diese Weibchen.

Ganz junge Thiere entbehren der Farben, welche indessen zur Zeit der geschlechtlichen Fortpflanzung schon sehr bald zum Vorschein kommen; ich habe oft zu dieser Zeit sehr kleine Weibchen, welche ihre Wintereier noch im Ovarium trugen, bereits stark gefärbt gesehen.

Anders zur Zeit der ausschliesslich parthenogenetischen Fortpflanzung, zu welcher selbst trächtige junge Thiere nur schwache Färbung aufweisen.

Ich erwähne noch ausdrücklich, was ich an einem andern Orte [1])

1) Verhandlungen der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu München. München 1877.

schon kurz dargelegt habe, dass Polyphemus in Süddeutschland zwei Mal jährlich zur sexuellen Fortpflanzung gelangt, nämlich Ende Juni und Ende October oder im November. In beiden Sexualperioden zeichnen sich die Sexualweibchen durch grössere Buntheit vor den parthenogenesirenden aus.

Eurycercus lamellatus O. F. Müller.

Meines Wissens hat bisher Niemand bemerkt, dass auch dieser Riese unter den Lynceiden constante Farbenflecke besitzt. Sie sind auch in der That so unbedeutend, dass sie nur im Hinblick auf eine bestimmte Fragestellung von Interesse sein können.

Die Weibchen dieses horngelben oder gelbbraunen Thieres zeigen nämlich in erwachsenem Zustand regelmässig zwei blaue Flecke auf dem Rücken zwischen der Verschlussfalte des Brutraums und den Schwanzborsten. Die Flecke schwanken in Grösse und Stärke der Farbe. Oefters sind zugleich noch andere Theile des Thiers diffus blau gefärbt, so die Borsten, welche den Schalenrand umsäumen, der Fettkörper, welcher Magen und Darm umspinnt, die kugligen Zellen, welche dem Rectum äusserlich anhängen; in einzelnen Fällen hat auch das vordere Beinpaar einen blauen Anflug.

Immer aber sind es nur die Weibchen, welche blaue Färbungen zeigen, die Männchen, deren ich Anfang November ziemlich viel gemustert habe, besitzen in der Regel keine Spur davon und nur sehr selten einen leisen, kaum bemerkbaren Anflug an denselben Stellen des Rückens, an welchen sie beim Weibchen regelmässig auftreten.

Grosse Weibchen dagegen haben die Färbung immer und zwar sowohl in den rein parthenogenesirenden Generationen des Vorsommers (z. B. am 22. Mai), als in den Sexualweibchen des November. Ich erkläre mir dies daraus, dass die enormen Weibchen, welche man einzeln im Frühjahr findet, überwinterte Individuen sein werden. Eine solche Körpergrösse kann nur bei längerer Lebensdauer erreicht werden.

Daphnella.

Bei dieser Gattung sind bisher keine Farben beobachtet worden, und auch ich fand die im Bodensee in zahlloser Menge lebende Daphnella brachyura stets krystallhell und völlig farblos.

Um so mehr war ich überrascht, als ich in den ersten Tagen des Juli dieselbe Art in einem Sumpf ganz in der Nähe des Bodensees gefärbt wiederfand. Diese Sumpfdaphnella zeigte nicht blos den gelblichen Gesammtton, wie ich ihn oben für die Sumpfcolonien von Sida und Polyphemus hervorgehoben habe, sondern es besassen fast alle

Exemplare ausserdem noch einen mehr oder minder starken grünlichen oder kobaltblauen Anflug der ganzen Unterseite, hauptsächlich der Beine, viele auch diffuse blaue Färbung um den After herum.

Die Thiere befanden sich in ihrer Sexualperiode, viele Weibchen trugen zwar noch Embryonen, ebenso viele aber schon Wintereier und auch die Männchen waren zahlreich vorhanden. Männchen und alle Weibchen zeigten die gleiche Färbung.

Ob dieselbe bei dieser Sumpfcolonie früher oder später im Jahr weniger stark ausgeprägt ist oder ganz fehlt, habe ich bisher nicht entscheiden können.

Daphnia Pulex.

Zum Schlusse erwähne ich noch, dass auch bei solchen Arten, die niemals besondere Farbenflecken aufweisen, doch unter Tausenden einmal ein einzelnes Individuum vorkommt mit bunter Färbung einzelner Theile.

So beobachtete ich im Juli ein Männchen von Daphnia Pulex, bei welchem das Bindegewebe in der Umgebung des Vas deferens lebhaft anilinblau gefärbt war, und um dieselbe Zeit ein Weibchen, bei welchem mehrere der blasigen Epithelzellen des Ovariums mit diffusem Blau erfüllt waren.

Es können also bunte Pigmente ganz sporadisch bei sonst ungefärbten Arten als individuelle Variation auftreten.

Schlüsse.

Wenn ich jetzt dazu schreite, die vorgelegten Thatsachen zu verarbeiten, um zu einem bestimmten Schluss über die Bedeutung jener Färbungen zu gelangen, so will ich gleich von vornherein das oben schon angedeutete Resultat meiner Reflexion als These hinstellen und den Beweis dafür zu leisten versuchen.

Ich halte dafür, dass die bunten Zeichnungen bei den Daphnoiden ursprünglich secundäre Geschlechtscharactere waren, und dass ihre Entstehung auf geschlechtliche Züchtung bezogen werden muss.

Die Gründe, welche mich zu dieser Ansicht bestimmen, sind zuerst negative: eine andere Deutung der betreffenden Färbungen kann nicht gegeben werden. Dass es sich nicht etwa um sympathische Färbungen handelt, liegt auf der Hand, da die Thiere durch ihre Buntheit ohne Frage auffallender werden. Ebenso wenig kann es sich um eine Schreckzeichnung oder auch um Widrigkeitszeichen handeln, denn alle diese Thiere, bunte

wie nicht bunte, werden massenhaft von andern vertilgt, Immunität vor Verfolgern giebt es in dieser Sphäre nicht. Gar manches Mal sah ich herrlich blaue Bythotrephes von andern, stärkeren Individuen ihrer eignen Art verspeist werden! Um schliesslich alle Möglichkeiten zu erschöpfen, so kann hier auch von irgend einer Art von Mimicry nicht die Rede sein, da es weder leblose Gegenstände, noch Pflanzen, noch Thiere im Wasser giebt, mit welchen Daphnoiden durch ihre Farbenflecke Aehnlichkeit erhielten.

So bliebe denn gar Nichts übrig, als die Annahme, die Farbenflecke seien bedeutungslos, seien etwa die Reaction des Organismus auf bestimmte äussere Einflüsse, oder auch die nothwendige Folge seiner innern Constitution, oder schliesslich die Folge und begleitende Erscheinung gewisser Entwickelungszustände seiner Constitution, also etwa der Reifung der Fortpflanzungsorgane.

Dass die erste dieser Hypothesen nicht haltbar ist, lässt sich leicht zeigen. Wohl ist es richtig — und es wurde oben bereits mehrfach darauf Nachdruck gelegt — dass äussere Einflüsse die Färbung gewisser Daphnoiden verändern können. So ist die Syda crystallina der kleinen, pflanzenreichen Gewässer (Sümpfe, Teiche) gelblich gefärbt, während dieselbe Art in Seen krystallhell und farblos ist, und ganz ebenso verhält es sich mit Polyphemus, mit Daphnella brachyura und wie ich hinzufüge mit Simocephalus vetulus und serrulatus. Mag nun diese Abänderung der Totalfärbung auf directem oder indirectem Einfluss der veränderten Lebensbedingungen beruhen, jedenfalls hat sie eine ganz andere Bedeutung, als die bunten Flecken und Färbungen einzelner Körpertheile, denn diese bleiben gleich, mögen die Thiere im Sumpf oder im See leben, oder genauer sie bleiben bestehen, wenn sie auch in der Qualität der Färbung vielfach variiren können. Offenbar sind die meisten dieser Schmuckfärbungen — ich anticipire die Bezeichnung — sehr variabel, aber so, dass durchaus keine bestimmte Beziehung der Farbennüancen zu bestimmten äussern Bedingungen zu erkennen ist. Wenn die Sida des Bodensees im October rosenrothe Flecke am Bauch hat, die des Alpsees aber durchweg nur blaue, so kann das gewiss nicht aus verschiedenen äussern Lebensbedingungen hergeleitet werden, da dieselben eben — so weit wir es beurtheilen können — gleich sind. Und wiederum besitzen die krystallhellen Siden des Alpsees genau dieselben blauen Flecke, wie die gelblichen Siden, welche in den Teichen und Sümpfen am Bodensee leben. Der Schluss ist unvermeidlich, dass die Schmuckfarben relativ unabhängig sind von den äussern Bedingungen, dass sie nicht durch dieselben hervorgeru-

fen sein können. Absolut unabhängig brauchen sie deshalb nicht zu sein, wie ich denn z. B. in dem kleinen, dunkeln Moorwassersee des Schwarzwaldes, dem Titisee, die Siden Mitte October zwar alle einigermassen mit Blau geschmückt fand, aber durchaus nicht so leuchtend und brillant, wie anderwärts.

Wenn aber die zweite mögliche Ansicht geltend gemacht werden sollte, nach welcher die Schmuckfarben Ausfluss der allgemeinen Constitution der Thiere sein sollten, so würde unverstanden bleiben, warum dieselbe Art im Frühjahr schwach oder selbst gar nicht gefärbt ist, im Herbst aber so auffallend. Wollte man hier wieder auf äussere Einflüsse zurückgreifen und etwa die niedere Temperatur u. s. w. des Herbstes dafür verantwortlich machen, unter deren Einfluss allein die betreffende Constitution Farben hervorbringe, so muss an die Arten mit zwei Sexualperioden erinnert werden, vor Allem an Polyphemus, der in seiner ersten Sexualperiode (Ende Juni) gerade eben so brillant gefärbt ist, als in der zweiten im November.

Wenn überhaupt die Schmuckfarben nothwendiger Ausfluss der Constitution der betreffenden Arten wären, so liesse sich kaum begreifen, dass nahe verwandte Arten gerade im Punct der Farben so weit auseinander weichen können, wie z. B. die bunte Sida crystallina und die als Bewohnerin der Seen ganz farblose Daphnella brachyura. Dass bei so ähnlichen und so nahe verwandten Thieren die gesammte chemisch physikalische Constitution sehr ähnlich ist, muss wohl angenommen werden, warum verhalten sie sich nun gerade im Puncte der Farben so verschieden?

Wollte man aber zu der letzten Ausflucht greifen und die Schmuckfarben als Ausfluss der Fortpflanzungsfähigkeit betrachten, als correlative Reaction der Haut auf den Zustand der Reife bei Ovarien oder Hoden, so stünde dem entgegen, dass im Frühjahr und Sommer die meisten Weibchen schon trächtig sind, ehe noch eine Spur von Schmuckfarbe an ihnen vorhanden ist. So bei Sida und bei Bythotrephes.

Damit bin ich zu dem positiven Theil meiner Beweisführung gelangt, denn offenbar spricht für meine Auffassung vor Allem der Umstand, dass bei den meisten der bunten Arten die Buntheit am prägnantesten und extremsten während der Sexualperioden auftritt. So bei den eben genannten beiden Arten. Freilich wäre es noch viel beweisender, wenn alle parthenogenesirenden Weibchen der bunten Farben entbehrten und nur die Sexualweibchen und die Männchen gefärbt wären. Dies kann aber schon aus dem Grund nicht erwartet werden, weil die Sexualweibchen

in sehr vielen Fällen dieselben Individuen sind, welche vorher parthenogenetisch sich fortpflanzten. Besonderes Gewicht darf man dann gewiss noch dem Umstand beilegen, dass wenigstens in einem Falle, bei Polyphemus nämlich, die höchste Potenz der Buntheit ganz constant nur an den Sexualweibchen auftritt, während die gleichzeitig und an denselben Orten lebenden parthenogenesirenden Thiere ohne Ausnahme weniger bunt gefärbt sind.

In allen übrigen Fällen freilich ist die Buntheit der Weibchen ganz dieselbe, mögen sie in Parthenogenese oder in sexueller Fortpflanzung begriffen sein — aber nur während der Sexualperiode oder der ihr unmittelbar vorausgehenden Zeit, nicht zur Zeit der rein parthenogenetischen Fortpflanzung. Während dieser letzteren treten die Schmuckfarben bei allen Arten mit Ausnahme von Latona setifera schwächer hervor, sie fehlen häufig ganz und erreichen nur ausnahmsweise in einzelnen Individuen dieselbe Stärke, wie zur Zeit der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Aber auch das Fehlen der bunten Farben in der Jugend, wie es bei den meisten Arten festgestellt wurde, spricht dafür, dass wir es hier mit einer Erwerbung des geschlechtsreifen Thieres zu thun haben, und es steht durchaus nicht in Widerspruch damit, dass die Schönheit mit dem Alter immer noch zunimmt, obgleich die Geschlechtsreife, die ja bei beiden Geschlechtern sehr früh eintritt, längst erreicht ist. Ganz dasselbe findet sich auch bei Vögeln, z. B. beim Pfau und einigen Paradiesvögeln[1]. Man kann auch nicht daran denken, das Fehlen der Farben in der Jugend durch die Annahme zu erklären, dass der jugendliche Körper unfähig sei, bunte Farben hervorzubringen, denn Latona setifera zeigt schon an den jüngsten Individuen die characteristischen Pigmentflecke.

Bedenklich für meine Auffassung könnte der Umstand erscheinen, dass bei fast allen bunten Daphnoiden beide Geschlechter beinah gleich gefärbt sind. Man ist so gewöhnt, vor Allem nur solche Fälle auf geschlechtliche Zuchtwahl zu beziehen, in denen das eine Geschlecht brillanter gefärbt ist als das andere, dass man leicht vergisst, wie häufig die Uebertragung der Buntheit von einem Geschlecht auf das andere stattfindet. Jene Arten zeigen das evident, welche zwar in beiden Geschlechtern gleich brillant sind, aber eine Reihe nächst verwandter Arten besitzen, bei denen nur das eine Geschlecht dieselbe Art brillanter Färbung besitzt. Darwin hat eine ganze Anzahl solcher Fälle gesammelt.

1) Siehe: Darwin, Abstammung des Menschen etc. 3. deutsche Aufl. 1875, Bd. II. p. 200.

Im Grunde verhält es sich nun bei den Daphnoiden ganz ähnlich. Vollständige Gleichheit der Geschlechter findet sich auch hier keineswegs bei allen Arten, geringe Verschiedenheiten kommen bei Polyphemus vor und bei Eurycercus lamellatus ist die Schmuckfärbung sogar auf das weibliche Geschlecht beschränkt. Allerdings sind meist die Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern kaum wahrnehmbar, und auch bei Polyphemus zu gering, als dass allein auf sie die Entstehung durch sexuelle Züchtung angenommen werden dürfte. Aber wenigstens als eine Instanz gegen diese Annahme kann die Uebereinstimmung der Geschlechter nicht verwerthet werden.

Ich bin auch mit meinen Gründen für dieselbe noch nicht zu Ende, glaube vielmehr als letzten, aber nicht schlechtesten Grund den Sitz der Schmuckfarben anführen zu dürfen.

Was mag es für eine Ursache haben, dass bei zwei so ähnlichen und nahe verwandten Thieren, wie Sida crystallina und Latona setifera die Färbung an so verschiedenen Körpertheilen sich befindet? Bei Latona ist vorwiegend die Oberseite des Körpers bunt, bei Sida vorwiegend die Unterseite, bei Latona ist die ganze Pracht der Farben auf der Schale und der Oberseite der Ruderarme angebracht, bei Sida hat die Schale nur einige braune Flecke und auch diese nur in der Nähe des untern Randes, bei Latona sind Bauch und Beine schmucklos, während bei Sida gerade hier alle Mittel angewandt erscheinen, um möglichste Buntheit zu erzielen. Wahrlich es wäre erstaunlich, wenn das blosser Zufall wäre und noch erstaunlicher, wenn es der blosse Ausfluss der physischen Constitution beider Arten sein sollte, denn diese ist eben in allem Andern so ähnlich, dass man nicht begriffe, warum nur gerade in diesem Puncte solch ein Gegensatz!

Sobald wir aber annehmen, die Buntheit sei ein Schmuck, erworben von einem Geschlecht zur Anlockung des andern, so erklärt sich dieser Gegensatz sehr leicht. Wenn ein Schmuck wirken soll, muss er sichtbar angebracht sein. Nun besitzt Sida bekanntlich ein Haftorgan im Nacken, mittelst dessen sie sich festsetzt; dem Beschauer wendet sie dann nur die Bauchseite zu. Latona aber entbehrt eines besondern Haftorgans, obgleich auch sie die Gewohnheit hat, sich zu setzen. Sie sitzt aber auf der breiten Bauchfläche und wendet somit dem Beschauer den Rücken zu! Gesetzt, es hätten die Weibchen dieser Arten mit Farben geschmückt werden sollen, um die sie umschwärmenden Männchen anzuziehen, so durften diese Farben bei Latona nur auf der oberen, bei Sida nur auf der unteren Körperseite angebracht werden, das Umgekehrte wäre nutzlos gewesen.

Noch erwähne ich die mehr oder weniger bunte Färbung der

weiblichen Geschlechtsöffnung bei Sida, obgleich ich darauf keinen beweisenden Werth lege.

Bei Thieren, die wie Polyphemus und Bythotrephes nur schwimmen und niemals festsitzen, kann man nicht erwarten, dass nur die eine Körperfläche die Schmuckfarben trüge, und wenn dies dennoch der Fall ist, wie wenigstens beim Bythotrephes unserer Seen nur die Unterseite blau angelaufen ist, so spricht das an und für sich weder für noch gegen meine Deutung. Erst wenn man den Begattungsact selbst genau beobachtet hätte und besonders die einleitende Bewerbung zu demselben, würde man entscheiden können, ob die Unterseite des einen Geschlechtes etwa stets dem Auge des andern Individuum zugekehrt ist, ob somit die Localisirung der Färbung eine fernere Stütze ihrer Auffassung als eines geschlechtlichen Reizmittels abgiebt. Ich glaube, ein einziges Mal die Begattung des Bythotrephes gesehen zu haben (am 30. October 1874). Ein Weibchen mit zwei zum Ablegen fertigen Wintereiern im Brutsack schwamm mit einem Männchen umher, welches es mit den Fangbeinen so festhielt, dass — wenn ich nicht irre — der Rücken des Männchens dem Bauch des Weibchens zugekehrt war. Da ich neuerdings die Erfahrung gemacht habe, dass grosse Bythotrephes-Weibchen nicht selten in der Gefangenschaft kleinere ihrer Artgenossen fangen und dann ganz in der beschriebenen Lage das Opfer verzehren, so würde ich jetzt geneigt sein, jene Beobachtung auch in dieser Weise zu deuten, wenn nicht damals ein öfteres Loslassen des Weibchens stattgefunden hätte, worauf sich dann die beiden Thiere umkreisten, und wenn ich nicht mir besonders angemerkt hätte, dass nach Einfangen der Thiere und eingetretener Trennung derselben »der Penis des Männchens fadenförmig verlängert gewesen und aus demselben eine Samenzelle von geldbeutelförmiger Gestalt ausgetreten gewesen sei.«

Ehe ich nun zur Untersuchung schreite, in welcher Weise man sich den Process der geschlechtlichen Züchtung in diesem Falle vorzustellen habe, muss ich noch einen oben schon halb zurückgewiesenen Einwurf besprechen, den man meiner Auffassung machen könnte. Er liegt in der Frage: Warum sind die parthenogenesirenden Weibchen ebenfalls mit Farben geschmückt? Man kann sich unmöglich mit der Antwort begnügen: »Weil es dieselben Individuen sind, welche sich später geschlechtlich fortpflanzen.« Einmal ist es nicht für alle bezüglichen Arten nachgewiesen, dass dieselben Individuen von einer Fortpflanzungsart zur andern übergehen und zweitens giebt es auch bei Sida, für welche ich dies allerdings feststellen konnte, doch immer zahlreiche Individuen, ja ganze Generationen,

welche sterben, ehe die Periode der sexuellen Fortpflanzung für die Art herangekommen ist. Warum sind nun auch diese mehr oder minder mit Farben geschmückt? Sollte man nicht erwarten, dass wie bei gewissen Fischen das Hochzeitskleid erst zur Hochzeit angelegt werde?

Man kann natürlich leicht darauf antworten, dass es sich hier um Uebertragung des von einer Generation erworbenen Characters auf die übrigen handle, allein warum hat diese Uebertragung stattgefunden? Legen doch jene Fische und so manche andere Thiere das Hochzeitskleid alljährlich an und wieder ab!

Ich glaube, die Antwort darauf lautet einfach: die Uebertragung des Hochzeitkleides auf die nicht hochzeitenden Individuen hat stattgefunden, weil sie nicht verhindert wurde, weil weder äussere noch innere Gründe oder Ursachen vorhanden waren, welche der Uebertragung entgegenstanden[1]. Das ist freilich nur eine Vermuthung, aber eine sehr wahrscheinliche, sobald als feststehend angenommen werden darf, dass die Thatsache der Vererbung auf innern Ursachen beruht, auf Gesetzen, die in der Natur der Organismen selbst liegen. Daran kann nun — wie mir scheint — nicht gezweifelt werden, ist dies aber richtig, so folgt daraus, dass die Tendenz zur Uebertragung der älterlichen Charactere überall und immer und in Bezug auf jeden Character vorhanden sein muss, dass somit in jedem einzelnen Falle, in welchem sie nicht zur Ausführung gelangt, innere oder äussere Ursachen die Uebertragung verhindert haben müssen. Es giebt keine Naturgesetze, welche die Ausnahmen schon in sich trügen, diese entstehen vielmehr nur durch das Entgegenwirken anderer Kräfte, und diese zu bestimmen, das wäre die Aufgabe einer Vererbungslehre.

Es verlangen somit nicht diejenigen Fälle eine weitere Erklärung, in welchen die Uebertragung erfolgte, sondern vielmehr diejenigen, in welchen sie nicht erfolgte!

Solche Hemmungsursachen der Vererbung müssen nun in letzter Instanz immer innere sein, und dass dieselben sehr feiner

1) Nur scheinbar widerspricht diese Auffassungsweise der Anschauung Darwin's, nach welcher das Vererbtwerden oder Nichtvererbtwerden eines Characters darauf beruht, dass in dem einen Falle ein anderes »Vererbungsgesetz« zur Anwendung kam, als in dem andern. Diese »Vererbungsgesetze« sind offenbar nur Hilfsausdrücke, die von Darwin gebraucht werden, weil das eine grosse Grundgesetz, welches allen diesen verschiedenen »Vererbungsformen« zu Grunde liegen muss, noch nicht erkannt ist.

und für uns vorläufig unfassbarer Natur sind, beweist die scheinbar ganz willkürliche Art, in welcher verschiedene Charactere bei den Individuen derselben Art bald vererbt, bald nicht vererbt werden [1]. Gerade dieser Umstand aber giebt dem Eingreifen äusserer Verhältnisse Raum, indem nun also derselbe erworbene Character von verschiedenen Individuen in verschiedener Stärke vererbt wird. Die folgende Generation muss in Bezug auf den betreffenden Character variiren und eine Auswahl unter den Individuen derselben wird stattfinden können. Auf diese Weise und in diesem Sinne wird man demnach auch von äussern Hemmungsursachen der Vererbung reden können.

So wäre es ganz wohl denkbar, dass es Thiere gäbe, deren Geschlechtsindividuen ein Hochzeitskleid besässen, während die parthenogenesirenden Generationen dieses Farbenschmucks vollständig entbehrten, und zwar würde dies dann so kommen können, wenn die auffallende Färbung den Thieren zum Nachtheil geriethe. Naturzüchtung würde dieselbe nur da zur Entfaltung kommen lassen, wo sie aus andern Gründen vortheilhaft wäre, also bei der Wettbewerbung der Geschlechter umeinander und auch dann nur, insoweit dadurch nicht die Existenz der Art gefährdet würde. Es wäre wohl möglich, dass hierin die Ursache liegt, weshalb viele männliche Fische ihr Hochzeitskleid wieder ablegen und weshalb dasselbe nicht längst bei einigen derselben auf die jüngeren Stadien der Ontogenese hinabgerückt ist. Jedenfalls hat bei den Schmetterlingen sehr häufig die Uebertragung der männlichen Schmuckfarben auf die Weibchen nicht oder nur unvollkommen stattgefunden, wegen der grösseren Schutzbedürftigkeit der Letzteren [2].

In vorliegendem Falle wäre also zu entscheiden, ob irgend ein Grund auffindbar ist, der die Uebertragung des Hochzeitskleides auf

1) Oder auch die ausserordentliche Ungleichheit, mit welcher der gleiche Character bei verschiedenen nahe verwandten Arten von einem Geschlecht auf das andere vererbt wird, wie dies Darwin so schön an einigen besonders schlagenden Beispielen dargelegt hat, z. B. an der Schwanzlänge der weiblichen Fasanenarten, welche bald der des Männchens gleichkommt, bald mehr oder weniger kürzer ist, ohne dass ein constantes Verhältniss zwischen der Schwanzlänge beider Geschlechter besteht, und ohne dass natürliche Zuchtwahl als Ursache angenommen werden könnte. »Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl«, deutsch von V. Carus, 3. Auflage 1875. II. p. 154.

2) Siehe Darwin: Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl, 3. Auflage I. p. 405; vergleiche auch meine Beobachtungen über das Eierlegen der Bläulinge in meiner Schrift: »Ueber den Einfluss der Isolirung auf die Artbildung«. Leipzig 1872, p. 857.

die übrigen Generationen verhindern könnte. Dass ein solcher nicht vorhanden sein muss, geht natürlich weit sicherer eben aus der Thatsache hervor, dass die Färbung sich übertragen hat, als daraus, dass wir nicht im Stand sind, solche Ursachen aufzufinden. Ohne die Kenntniss dieser Thatsache würden wir vielleicht geneigt gewesen sein, den Farbenschmuck von Sida und Latona für verrätherisch und also nachtheilig zu halten; dass er es nicht ist, liegt vielleicht daran, dass alle diese Farbenflecke bei auffallendem Lichte weniger leuchtend erscheinen, als bei durchfallendem; beide Arten sitzen aber sehr viel und werden dann wesentlich nur bei auffallendem Lichte gesehen, während des Schwimmens aber ist die Bewegung ihres Körpers allein schon so verrätherisch, dass die Farbenflecke wenig mehr schaden können. Wenn Latona auf dem Schlamm sitzt, der ihr gewöhnlicher Aufenthalt ist, kann sie das menschliche Auge wenigstens nur sehr schwer auffinden.

Wenn dies richtig ist, so lässt es sich auch verstehen, warum völlig durchsichtige Daphniden wie Leptodora ganz ohne Schmuckfarben geblieben sind. Denn diese besitzen einen so hohen Grad von Durchsichtigkeit, dass selbst die Schwimmbewegung sie nur selten sichtbar werden lässt, während dieser ihrem räuberischen Leben so nothwendige Vortheil durch irgend welche bunte Flecke sofort verloren gehen würde. Bei dem ebenfalls räuberischen Bythotrephes und noch mehr bei Polyphemus verhält es sich damit anders; sie wären beide auch ohne jede Färbung leicht beim Schwimmen zu sehen, weil sie massiger und schon deshalb weniger durchsichtig sind. Als Ersatz dafür besitzen sie aber eine leichtere und relativ wohl auch raschere Beweglichkeit.

Mir scheint gerade der Umstand für meine Auffassung zu sprechen, dass auch die parthenogenetischen Generationen bunte Farben tragen und zwar deshalb, weil sie ungleich stark und gegen den Anfang der ganzen jährlichen Generationsfolge hin in abnehmender Stärke gefärbt sind.

Vollkommen deutlich lässt sich erkennen, von welchem Puncte die Färbung ausgegangen ist und zwar in der doppelten Stufenleiter der individuellen Entwicklung und der Generationsfolge. Ich habe früher an der Zeichnung und Färbung der Sphingiden-Raupen nachzuweisen versucht, dass die im letzten Stadium der Ontogenese erworbenen Charactere im Laufe der Generationen allmälig auf die jüngeren Stadien übertragen werden und konnte dies besonders auch dadurch stützen, dass ein und derselbe Gattungscharacter, z. B. die weisse Längslinie (Subdorsale) bei der einen Art

bis in das jüngste Stadium zurückgerückt war, bei der andern nur in das vorjüngste u. s. w. Ganz dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei den Schmuckfarben der Daphnoiden. Bei den meisten treten sie erst mit der Fortpflanzungsfähigkeit auf, aber nicht gleich in voller Stärke, sondern mit dem Alter des Thieres zunehmend, so bei den Weibchen der Sexualperiode bei Sida, Polyphemus, Bythotrephes. Bei andern erscheinen sie noch später, nämlich nicht gleich bei Eintritt der Geschlechtsreife, sondern erst einige Zeit nach derselben, bei weiterem Heranwachsen des Individuums; so bei den Weibchen von Sida und von Bythotrephes zur Zeit der reinen Parthenogenese.

Nur bei der einzigen Latona sind die Schmuckfarben in der Ontogenese bis in das jüngste Stadium zurückgerückt, sie treten schon an eben geborenen Individuen auf, wie sie denn auch bei erwachsenen Thieren am wenigsten Schwankungen aufweisen; sie sind also zu einem völlig constanten Character der Art geworden und bei dieser Art allein scheinen auch alle Generationen gleich stark gefärbt zu sein, so dass also hier die Uebertragung auf alle Entwicklungsstufen und auf alle Generationen stattgefunden hat.

In voller Uebereinstimmung damit hat bei den übrigen Arten, bei welchen die jugendlichen Thiere durchweg noch ungefärbt sind auch die Uebertragung auf die parthenogenetischen Generationen nur unvollkommen, mehr oder weniger weithin stattgefunden, am weitesten bei Polyphemus, dessen Mai-Generationen schon beinah ebenso bunt sind als die späteren, weniger weit bei Bythotrephes und Sida, deren Frühjahrsgenerationen fast ganz der Schmuckfarben entbehren. Dass gelegentlich auch unter Letzteren einmal ein stärker gefärbtes Individuum unter ihnen vorkommt, kann nicht überraschen, da dergleichen Uebertragungen nothwendig immer in gewissen Schwankungen sich vollziehen müssen. Das lehrt schon die Entwicklungsgeschichte der Raupenzeichnung und -Färbung, wo auch neu erworbene Charactere, z. B. die dunkle Farbe früher grüner Raupen bei ihrem Zurückrücken auf die jüngeren Stadien der Ontogenese diese Stadien variabel machen. GIARD hat kürzlich mitgetheilt, gestützt auf ein grösseres Beobachtungsmaterial, dass dies bei gewissen Arten noch mehr der Fall sei, als ich es beobachtet hatte [1]. So kann es nicht Wunder nehmen, wenn wir

1) Ich hatte für Chaerocampa Elpenon angegeben, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle das grüne Jugendkleid erst nach der vorletzten (nicht der letzten, wie GIARD irrthümlich citirt) Häutung mit dem braunen Kleid vertauscht werde und dass ich nur »in einem Falle die braune Färbung schon im vorhergehenden (dem vierten) Stadium« beobachtet hätte. GIARD theilt jetzt mit.

bei Sida und Bythotrephes die jüngeren Stadien der Ontogenese und ebenso die ersten Generationen des Jahrescyclus noch variabler finden, als die ältesten Stadien und die letzten Generationen. Denn dass auch diese letzteren ziemlich beträchtlichen Variationen unterliegen, geht aus den oben mitgetheilten Thatsachen an Sida, Polyphemus und Bythotrephes zur Genüge hervor. Wie könnte es auch anders sein, wenn diese Pigmentirungen wirklich durch geschlechtliche Zuchtwahl entstanden sind. Die völlige Ausgleichung der ursprünglich noch viel grösseren individuellen Differenzen kann erst allmälig im Laufe langer Zeiträume eintreten. Nur bei Latona ist sie thatsächlich bereits eingetreten; diese Art zeigt einen so hohen Grad von Constanz, als man ihn bei secundären Geschlechtscharacteren nur erwarten kann, und wenn wir bei den anderen Arten aus ihrer grossen Variabilität auf eine relativ neue Erwerbung der Schmuckfarben schliessen, so müssen wir bei Latona dieselben als ein älteres Besitzthum der Art auffassen.

Hier stellt sich aber ein Einwurf entgegen, der auf den ersten Blick sehr bedenklich scheint.

Wenn wirklich die fraglichen Färbungen als geschlechtliche Reizmittel, somit also bei der geschlechtlich sich fortpflanzenden Generation entstanden, von dort aber auf die andern Generationen vererbt worden sind, warum vererbten sie sich nicht zunächst und somit also auch am stärksten auf die folgende Generation? warum finden wir nicht die von den Geschlechtsthieren direct abstammende Frühjahrsgeneration am buntesten?

Thatsächlich verhält sich die Sache gerade umgekehrt, die Frühjahrsgenerationen sind gerade die am schwächsten gefärbten, aber bei näherer Betrachtung sieht man bald, dass es sich auch der Theorie nach so verhalten muss, denn wir haben es hier mit cyclischer Fortpflanzung zu thun und die einzelnen Generationen eines Cyclus verhalten sich in Bezug auf Vererbung wie die einzelnen Entwicklungsstadien in der Ontogenese des Individuums. Wie für diese letzteren das Gesetz der homochronen Vererbung gilt, so auch für die Stadien eines Cyclus, d. h. neuerworbene Charactere treten durch Vererbung zunächst nur in dem Stadium auf, in welchem sie erworben wurden; werden sie aber allmälig auch auf andere Stadien übertragen, so sind es immer die zunächst vor-

dass diese Raupen »prennent des teintes variées bien avant la dernière (!) muc et à des époques variables«. Siehe: Revue scientifique vom 22. Sept. 1877, p. 303; sowie meine »Studien zur Descendenztheorie« II, Leipzig 1876, p. 13.

hergehenden, auf welche sie zuerst gewissermassen zurückrücken. Man könnte dies das Gesetz der retrograden Vererbung nennen oder auch das Zurückrücken der Charactere bei der Vererbung[1]. So allein kann es erklärt werden, wenn wir sehen, dass die Jugendstadien von Bythotrephes und Sida noch ohne Farben sind oder dass das Braun der Raupe unseres Weinschwärmers nur in den letzten Stadien des Raupenlebens auftritt, und keineswegs etwa vom letzten Stadium, in welchem es doch erworben wurde, nun auf das erste (jüngste) der folgenden Generation sich überträgt. Wir können dieses empirische Gesetz uns auch ganz wohl einigermassen plausibel machen. Wenn z. B. bei einer Raupe sich im letzten Stadium das bisherige Grün in Braun umgewandelt hat, so kann dies nur dadurch geschehen sein, dass gegen dieses Stadium hin sich eine Disposition zu veränderten chemischen Umsetzungen in der Pigmentschicht der Haut einstellt, die eben die Farbenveränderung mit sich führt. Diese Disposition muss durch allmälige Umgestaltung des bisherigen Stoffwechsels der Haut hervorgerufen werden, denn eine plötzliche Umkehrung desselben ist nicht denkbar. Es muss also ein vorbereitendes Stadium dem sichtbaren Wechsel der Farbe vorhergehen, ohne welches der Wechsel nicht eintreten kann. Nun ist es zwar wohl denkbar, dass diese Vorbereitungszeit von Generation zu Generation sich etwas abkürzt, dass somit auch die neue Färbung etwas früher eintritt, nicht aber, dass sie ohne Weiteres auf das entfernteste Stadium, nämlich auf das der Eientwicklung übertragen werde. Gerade bei der Raupe ist es von selbst klar, dass in der That das jüngste Stadium am weitesten von der neuen Erwerbung abliegt, denn die erwachsene Raupe muss erst zum Schmetterling werden, ehe sie wieder zum Ei und Embryo werden und wieder Raupengestalt annehmen kann. Wenn sich also dies neuerworbene Braun auf das folgende Stadium durch Vererbung ausbreiten könnte, so müsste es beim Schmetterling zu Tage treten. Hier liegt die Absurdität einer solchen Erwartung klar vor, aber auch bei den Daphnoiden folgt doch nur scheinbar das jüngste Lebensstadium auf das älteste der vorhergehenden Generation. In Wahrheit folgt vielmehr zuerst das des befruchteten Eies, dann die verschiedenen Embryonalstadien und erst nach diesen folgt das Stadium des freilebenden jungen Thieres. So wenig nun Jemand erwarten wird, dass das Ei die rothen Pigmentflecke des erwachsenen Thieres erben werde, weil solche Flecke einen fertigen

[1] Vergl. meine »Studien zur Descendenztheorie« II. Leipzig 1876, p. 69 u. folgende.

Organismus voraussetzen, weil also gar keine Möglichkeit vorliegt, die etwa vererbte Tendenz zur Hervorbringung von Pigmentzellen hier activ werden zu sehen, ganz ebenso — nur nicht ganz so grass und augenfällig — steht es in allen folgenden Embryonalstadien. Aber auch die Jugendstadien des aus dem Ei geschlüpften Thieres können unmöglich die Erbschaft des letzten Stadiums übernehmen, denn wenn jetzt auch die Gewebe, in denen sich Farbstoffe ablagern könnten, vorhanden sind, so haben sie doch noch nicht die zur thatsächlichen Farbstoff-Ablagerung nöthige Vorbereitungszeit durchgemacht, vielmehr nur die Tendenz (Entwicklungsrichtung) auf eine solche Vorbereitungszeit nach dem Gesetz der homochronen Vererbung ererbt. Derselbe Vorbereitungsprocess der in der ersten Generation durchlaufen wurde und schliesslich zur Pigmentirung führte, muss auch das zweite Mal durchlaufen werden. Erwarten, dass das Pigment in der zweiten Generation schon beim Ausschlüpfen aus dem Ei auftreten werde, wäre etwa der Erwartung zu vergleichen, dass der Frosch, nachdem er glücklich das Anuren-Stadium zum ersten Male erreicht hatte, in der folgenden Generation nun gleich als Frosch aus dem Ei gekommen sei und die überflüssigen Stadien des Perennibranchiaten und Derotremen ohne Weiteres übersprungen habe. Wir können heute noch nicht im Einzelnen nachweisen, wie die Verkürzung der Ontogenese vorschreitet, in welcher Reihenfolge und durch welche Ursachen die einzelnen Stadien verkürzt, zusammengeschoben, schliesslich unter Umständen ganz eliminirt werden, dass dies aber nur ganz allmälig geschehen kann, so zwar, dass die Abkürzungen, die Sprünge so zu sagen immer nur so gross sind, dass das folgende Stadium durch das vorhergehende noch vermittelt werden kann, das darf auch nach dem jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial schon behauptet werden.

Diese Zusammenschiebung der Phylogenese in der Ontogenese ist nun aber dem Process, von dem hier die Rede ist, ganz genau parallel. Das Stadium des geschlechtsreifen Thieres, in dem zuerst Pigmentflecken auftraten, war in seiner ganzen Zusammensetzung bedingt durch die vorhergehenden Stadien. So wenig es reife Geschlechtsproducte hätte hervorbringen können ohne die vorhergehenden Stadien, so wenig auch Pigmentflecke, so können dann auch in der folgenden Generation die Flecken erst wieder auftreten nachdem die den Boden für ihre Entstehung bildenden jüngeren Stadien vorhergegangen sind. Aber auch hier können nun durch allmälige Häufung kleiner Sprünge in der Entwicklung Abkürzungen eintreten, die Vorbereitungszeit für das Auftreten der Pigmentirung kann abgekürzt werden, wir wissen nicht aus welchen Ursachen, aber die That-

sache liegt vor, die Pigmentirung rückt in die jüngeren Stadien zurück.

Dieselbe Rolle, welche in der Ontogenese des Individuums die einzelnen Stadien spielen, spielen beim Ablaufen eines Generationen-Cyclus die einzelnen Generationen, d. h. sie bedingen sich gegenseitig und so wenig eine spätere auftreten könnte, wenn die unmittelbar vorhergehende plötzlich ganz ausfiele, so wenig kann ein von der letzten Generation erworbener Character plötzlich bei der ersten auftreten, denn es fehlte auch da der Boden, aus dem derselbe allein erwachsen könnte, weil er bisher nur aus ihm erwachsen ist: die voraufgehende Reihe von Generationen.

Auch hier aber ist eine Abkürzung dieser vorbereitenden Generationsreihe sehr wohl denkbar, der neue Character kann allmälig zurückrücken von der letzten auf die vorletzte Generation und so fort bis er schliesslich bei der ersten angelangt ist. So finden wir es heute bei Latona, deren Schmuckfarben sich in der Ontogenese bis auf das jüngste Stadium zurückverbreitet haben und in dem Generationen-Cyclus bis auf die erste Generation.

Die kleine Reihe von Daphnoiden mit Schmuckfarben scheint mir gerade deshalb ungemein interessant, weil der Process der Uebertragung auf die eingeschlechtlichen Generationen und auf die Jugendstadien bei den verschiedenen Arten offenbar verschieden weit vorgerückt ist und uns so einen Blick in den Vorgang gestattet, durch welchen secundäre Geschlechtscharactere zu fixen Artcharacteren werden können. Die Schmetterlinge, in anderer Hinsicht ein so vortreffliches Object, lassen doch in dieser Hinsicht ganz im Stich, weil sie im Imago-Stadium überhaupt keine Entwicklung der Farben aufweisen, sondern gleich von vornherein im fertigen Kleid erscheinen und bei den Vögeln fehlt wenigstens die Controlle durch eingeschlechtliche Generationen.

Ich gestehe, dass ich bisher immer noch daran zweifelte, ob sich die feinste und verwickeltste Farbenentfaltung, welche wir im Thierreich kennen, eben die der Schmetterlingsflügel wirklich — wie Darwin es seit lange angenommen hat, zum grossen Theil auf geschlechtliche Züchtung zurückführen lassen werde; nachdem mir aber die Daphnoiden-Farben in ihrer Bedeutung klar geworden sind, sehe ich keinen Grund mehr zum Zweifel. Der Färbungsprocess ist bei den Schmetterlingen nur ungleich länger in Gang, wenigstens gewiss ungleich weiter vorgeschritten, als bei den Daphnoiden. Es giebt keine Schmetterlinge, die sich noch im Beginne der Erwerbung von Farben

befinden[1]), sowie Sida und Bythotrephes, sie sind alle mindestens schon auf dem Stadium von Latona angelangt, d. h. die ursprünglich von dem einen Geschlecht als Sexualcharacter erworbene Färbung ist zum Species-Character geworden. Höchst wahrscheinlich aber sind bei weitem die meisten, wenn nicht alle Schmetterlinge noch viel weiter vorangeschritten; der ersten Farbenerwerbung ist eine zweite, dritte, vierte u. s. w. gefolgt und Niemand kann sagen, zum wievielten Male die bunten Schmetterlinge der Tropen ihr leuchtendes Kleid gewechselt haben seitdem sie aus den Urschmetterlingen der Erde sich hervorentwickelt haben. Denn sobald man überhaupt einmal das Princip der geschlechtlichen Züchtung als Ursache — oder Hauptursache — der farbigen Schmetterlingsflügel zugiebt, folgt von selbst, dass diese Farbenzeichnungen in stetem, wenn auch langsamen Wechsel begriffen sein müssen. Denn die Wettbewerbung innerhalb des einen Geschlechts hört nie auf; sobald aber eine Farbencombination sich völlig fixirt hat und allen Individuen in fast gleicher Weise zukommt, so wird nur noch eine ganz neue Variation ihrem Träger Vortheile gewähren, es wird dann gewissermassen eine neue Mode aufkommen, die sich auch wieder allmälig erst durchkämpft und allgemeine Geltung verschafft und so wird das Farbenkleid der Schmetterlinge von einer »Mode« zur andern übergegangen sein und auch in Zukunft übergehen müssen. Nur durch diesen steten und häufigen Wechsel der Farben scheint es mir auch erklärlich, dass so ungemein feine und complicirte Farbenzeichnungen bei den Schmetterlingen entstehen konnten. Im Allgemeinen wird man deshalb Schmetterlinge mit sehr einfacher Zeichnung der Flügel als alte Formen, solche mit sehr complicirter als junge Formen ansehen dürfen.

Wenn nun die bunten Farben bei den Daphnoiden in der That Schmuckfarben sind, so drängt sich die Frage auf, von welchem Geschlechte sie ausgegangen sind, welches das züchtende und welches das gezüchtete war.

Bei andern Thiergruppen mit secundären und auf geschlechtlicher Zuchtwahl beruhenden Characteren ist meist das männliche Geschlecht

1) Die »Glasflügler« unter den Schmetterlingen widerlegen diese Auffassung nicht, da das theilweise oder gänzliche Fehlen der Flügelschuppen offenbar eine secundäre Erwerbung ist, zum Theil auf Nachäffung, zum Theil auf noch unbekannten Ursachen beruhend. In allen Familien, welche Glasflügler enthalten, kommen auch beschuppte Arten vor, so bei den Heliconiden, Pieriden, Sphingiden, und selbst bei der ganz auf Nachäffung von Hymenopteren und Dipteren basirenden Familie der Sesien. Kommen doch sogar in der einen Gattung Macroglossa Arten mit Glasflügeln neben solchen mit gewöhnlicher Beschuppung vor.

das gezüchtete, das weibliche das wählende. So besonders bei den Vögeln und den Insecten, Käfern, Schmetterlingen, Hymenopteren, und es muss so sein, weil die Männchen bei den meisten Arten die Weibchen an Zahl bedeutend übertreffen. Doch fehlt es nicht an Beispielen, wo das Umgekehrte der Fall ist. Ich erinnere an die von DARWIN gesammelten Fälle von Vogelarten, bei welchen das Weibchen der schönere Theil ist (a. a. O. p. 189 u. f.). Erst kürzlich hat FRITZ MÜLLER [1]) auf einen Schmetterling aus der Familie der Weisslinge aufmerksam gemacht (Pereute Swainsonii), dessen Weibchen brillantere Farben aufweist als das Männchen, und bei welchem in Uebereinstimmung damit die Männchen bedeutend seltner sind, und HERMANN MÜLLER [2]) hat gezeigt, dass bei einer Sandwespe, Andrena fulva, auf ein Männchen etwa 31 Weibchen kommen, und dass bei dieser Art die Weibchen der brillanter gefärbte Theil sind.

Die Möglichkeit liegt also vor, dass bei den Daphnoiden die Weibchen zuerst Schmuckfarben entwickelt hätten und dass die Männchen wählend und also züchtend aufgetreten wären. Für einen solchen Verlauf des Processes liesse sich vor Allem der einzige Fall anführen, in welchem die Schmuckfärbung auf das eine, und zwar auf das weibliche Geschlecht beschränkt ist, der Fall von Eurycercus lamellatus. Indessen lehren uns gerade die oben angeführten Ausnahmsfälle männlicher Zuchtwahl bei Schmetterlingen und Bienen, dass man von einer Art nicht auf alle schliessen darf.

Entscheidend ist in dieser Frage das Zahlenverhältniss der Geschlechter; wenn das eine Geschlecht in überwiegender Mehrzahl vorhanden ist, so muss unter seinen Mitgliedern die Auslese stattfinden. Aber auch in dieser Hinsicht scheinen die Thatsachen für eine von Seiten der Männchen ausgeübte Zuchtwahl zu sprechen, wenigstens ist von den verschiedensten Beobachtern und für die verschiedensten Arten die Seltenheit der Männchen gegenüber den Weibchen angegeben worden.

Obgleich nun diese Angaben nicht geradezu unrichtig, sondern nur unvollständig sind, ebensosehr wie die für einzelne Arten gemachten Angaben eines numerischen Gleichgewichts der Geschlechter, so verhält sich doch die Sache nicht so einfach, wie aus den folgenden Daten hervorgehen wird.

Ich schicke voraus, dass bei allen hier in Betracht kommenden Daphnoidenarten die alte Ansicht im Allgemeinen richtig ist, dass näm-

1) Kosmos Band I. Leipzig 1877.

2) Anwendung der DARWIN'schen Theorie auf Bienen. p. 72.

lich die Männchen zuerst in geringer Zahl auftreten und dann an Zahl zunehmen, es fragt sich nur, wie weit dieses Zunehmen geht.

Leptodora hyalina habe ich in dieser Hinsicht seit mehreren Jahren genau verfolgt und theile die Resultate hier mit, obgleich diese Art keine Schmuckfarben besitzt, also direct hier nicht mit in Frage kommt, weil sie zeigt, dass auch bei den Daphnoiden die Zahl der Männchen der der Weibchen nicht nur gleichkommen, sondern sie sogar bedeutend übertreffen kann.

Während von dieser Art bis Ende Juli nur Weibchen zu finden sind, treten Anfang August schon einzelne Männchen auf, deren Zahl sich aber nur langsam vermehrt, so dass Ende August immer erst 10% der ganzen Gesellschaft (8 Männchen auf 78 Weibchen) aus Männchen bestehen. Am 2. September fand ich dann 10,7%, am 5. Sept. 13%, am 7. 15%, am 8. einmal 40,8% Männchen (9 Männchen auf 22 Weibchen). Natürlich hängen diese Zahlen einigermassen vom Zufall ab, da die Geschlechter nicht immer in gleicher Mischung im See umherschwimmen werden, was besonders bei niedern Ziffern scheinbare Sprünge im Procentsatz erklärt. So fand ich am 15. Sept. nur 15% Männchen, am 1. October kein Männchen auf 59 Weibchen, am 2. aber 76% Männchen (174 auf 228), am 4. October 16%, am 6. October aber 85% (6 Männchen auf 7 Weibchen). Am 10. October 1874 überwog die Anzahl der Männchen (31 Männchen auf 7 Weibchen), und diese Umkehrung des bisherigen Verhältnisses bleibt von nun an bestehen und steigert sich bis zum völligen Verschwinden der Art. Am 24. October fand ich 6% Weibchen, am 25. 88% Weibchen, am 7. November 12% Weibchen (77 Männchen auf 10 Weibchen), am 15. November einmal 43% Weibchen, das andere Mal 75% Weibchen, am 19. November 19% Weibchen (41 auf 8). Im December endlich werden beide Geschlechter sehr spärlich, am 1. December fand ich 7 Männchen auf 4 Weibchen, am 20. December nur noch 3 Leptodoren überhaupt, 2 Männchen und 1 Weibchen.

Somit dürfte es wohl als festgestellt anzusehen sein, dass zur Zeit der intensivsten geschlechtlichen Fortpflanzung (October und November) die Männchen bei weitem zahlreicher sind als die Weibchen, selbst dann, wenn wir annehmen wollten, dass stets alle Weibchen in sexueller Fortpflanzung begriffen wären, was thatsächlich nicht zutrifft, da wenigstens während des ganzen Octobers immer auch noch Sommereier hervorgebracht werden.

Gegenüber diesen Thatsachen muss man wohl mit der Verallgemeinerung des auf Eurycercus sich stützenden Schlusses sehr vorsichtig sein und die Frage, von welchem Geschlecht die Schmuckfarben

erworben sein müssen, für jede Art besonders zu entscheiden suchen.

Leider sind meine Aufzeichnungen über das Zahlenverhältniss der Geschlechter weitaus nicht genügend, um als eine völlig sichere Basis für theoretische Schlüsse dienen zu können, doch werden sie immerhin ein vorläufiges Urtheil gestatten.

Ueber P o l y p h e m u s besitze ich folgende Notizen: In der ersten Sexualperiode Anfang Juni betrug die Zahl der Männchen nur 11,8 %, 4 Männchen auf 30 Weibchen, von denen 12 in Wintereibildung begriffen waren. Auch Mitte Juli müssen die Männchen noch sehr in der Minderzahl sein, denn unter 41 durchmusterten Thieren war keines, obgleich sich darunter 7 Weibchen mit Wintereiern befanden, Männchen also gewiss vorhanden waren. In der zweiten Sexualperiode im Spätherbst fand ich am 17. October 11,1 % Männchen, nämlich 2 Männchen auf 16 Weibchen, von denen 8 in Wintereibildung begriffen waren.

Diese Angaben sind zu spärlich, als dass man daraus sichere Schlüsse ziehen könnte. Immerhin würde die aus ihnen abzuleitende bedeutende Minderheit der Männchen gut mit der Thatsache stimmen, dass die Weibchen hier stärker gefärbt sind.

Bei Sida crystallina aus dem Titisee fand ich ähnliche Verhältnisse. Am 23. October, also mitten in der Sexualperiode, kamen auf 55 Weibchen nur 18 Männchen, also 24,6 %, trotzdem unter den 55 Weibchen nur 3 noch in Sommereibildung begriffen waren, alle anderen in Wintereibildung, also jedenfalls mit Ansprüchen auf Männer.

Ueber L a t o n a besitze ich leider keine ziffermässigen Aufzeichnungen. Wie bei S i d a zeigen sich die Männchen zuerst Ende September, und um diese Zeit wie auch Anfang October waren sie bedeutend in der Minderzahl.

Bei Bythotrephes fand ich Männchen zuerst am 12. September. Schon am 10. October machten dieselben 47 % der Gesammtzahl aus, und zwar kamen auf 39 Männchen 43 Weibchen und unter diesen Letzteren waren nur 2 in Wintereibildung, also begattungsreif, 41 aber trugen Embryonen. Am 7. November, also mitten in der Sexualperiode fand ich 41,6 % Männchen, am 18. November 33 % Männchen, am 19. November 37 %, am 1. December 17 % Männchen; die höchste Zahl von Männchen fand ich im November; am 4. kamen auf 44 Weibchen genau 44 Männchen, also 50 %, und am 5.—10. November kamen auf 60 Weibchen etwa 200 Männchen.

Auch über Daphnia Pulex kann ich einige Resultate mittheilen. Am 10. Juni fand ich 20,5 % Männchen, am 14. December bei sehr warmem Wetter im Freien auf 110 ♀ nur 9 Männchen, also nur 7.4 %.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass bei Bosmina longirostris des Bodensees die Männchen nur im Herbst zu finden waren und zwar so vereinzelt, dass ich einen bestimmten Procentsatz nicht angeben kann. Unter einer sehr grossen Anzahl von Thieren, die ich in verschiedenen Jahren durchmustert habe, begegneten mir nur zwei Männchen.

Aus diesen Daten ergiebt sich soviel mit Sicherheit, dass wenigstens bei einzelnen Arten (Leptodora, Bythotrephes) die Männchen auf dem Höhepunct der Sexualperiode bei weitem zahlreicher sind als die Weibchen, dass aber bei anderen Arten die Männchen immer in der Minorität bleiben und zum Theil sogar sehr bedeutend.

Die Arten, welche Schmuckfarben besitzen, gehören — soweit die unvollständigen Beobachtungen zu schliessen erlauben — theils der ersten, theils der zweiten Gruppe an. Bei einer Art, bei Bythotrephes, lässt sich bestimmt sagen, dass wenn überhaupt auf dem Höhepunct der Sexualperiode eine sexuelle Züchtung stattgefunden hat, allein die Männchen einer solchen unterworfen gewesen sein können. Es leuchtet ein, dass selbst schon bei numerischer Gleichheit der Geschlechter die Männchen dennoch um mindestens das Doppelte überwiegen, da ein jedes von ihnen doch mindestens zwei Weibchen befruchten kann.

Gerade aus diesem Grunde wäre es auch sehr gewagt, bei den Arten, bei welchen die Weibchen überwiegen, deshalb allein schon auf eine Züchtung derselben zu schliessen. Ehe nicht umfassende, auf grosse Ziffern gestützte und zahlreiche Daten vorliegen, und ehe nicht festgestellt ist, wie viele Weibchen ein Mann befruchten kann in dem Zeitraum von einer Eiablage zur andern, lässt sich darauf kein Calcül gründen. Einstweilen wird man bei einer Art, welche wie z. B. Sida doch immerhin zu $^1/_4$ aus Männchen besteht, wohl richtiger gehen, wenn man auf ein Wählen von Seiten der Weibchen schliesst. Denn Wintereier sind grösser als Sommereier, werden also sicher nicht schneller reifen als diese. Nun braucht aber ein Satz von Sommereiern 4—5 Tage zur Reifung. Nehmen wir dasselbe für Wintereier an, so wird also dasselbe Weibchen alle 5 Tage einen Satz Wintereier hervorbringen, also auch nur alle 5 Tage der Begattung bedürfen. Nehmen wir auf der andern Seite für die Männchen die Fähigkeit zu einer Begattung per Tag an, so würden 25 % Männchen doch mehr Begattungen zu leisten im Stande sein, als die 75 % Weibchen bedürfen zur Befruchtung aller ihrer Eier, auf 75 weibliche »Begattungseinheiten«, wenn ich mich so ausdrücken darf, würden 125 männliche Begattungseinheiten kommen.

Sehr wahrscheinlich ist aber 25 % Männchen als Maximum für

Sida ein viel zu geringer Satz, wenn ich wenigstens nach dem allgemeinen, nicht auf Zahlen begründeten Eindruck urtheilen darf, den mir die häufige Beschäftigung mit dieser Art zur Zeit ihrer Sexualperiode gemacht hat.

So ist es für mich einstweilen noch wahrscheinlicher, dass wenn nicht bei allen, so doch bei den meisten Daphnoiden die sexuelle Zuchtwahl den gewöhnlichen Verlauf nimmt, d. h. dass die Weibchen wählen.

Es wird mir dies dadurch noch wahrscheinlicher, dass bei einer Thiergruppe, die für ganze Generationsreihen die zweigeschlechtliche Fortpflanzung aufgegeben hat und zur eingeschlechtlichen übergegangen ist, im Allgemeinen jedenfalls eine Abnahme des männlichen Geschlechts vorausgesetzt werden darf. Dass bei einzelnen Arten, wie z. B. bei Bosmina longirostris des Bodensees die Männchen in früheren Zeiten häufiger gewesen sein müssen, liegt auf der Hand. Es ist sogar möglich, dass sie heute noch in anderen als der Bodenseecolonie häufiger sind, wie denn HERMANN MÜLLER nachgewiesen hat, dass heute noch das Verhältniss der Geschlechter bei gewissen Bienenarten an verschiedenen Orten sehr verschieden sein kann, und andererseits aus dem Bau der Kiefern bei Andrenaarten, bei welchen das männliche Geschlecht jetzt in der Minorität ist, erschlossen hat, dass dasselbe in früherer Zeit vorgeherrscht haben muss [1].

So wird auch bei den Daphnoiden eine allmälige Aenderung des Geschlechterverhältnisses nicht unwahrscheinlich sein, und zwar nur in dem Sinne einer früher grösseren Häufigkeit der Männchen.

An und für sich möchte nun wohl nicht sehr viel darauf ankommen, ob die Daphnoiden-Männchen oder ihre Weibchen die Zuchtwahl ausgeübt haben, obwohl ja ein sicherer Nachweis auch für die allgemeine Auffassung der sexuellen Züchtung willkommen sein müsste. Ich bin aber auch weniger wegen eines zu hoffenden Entscheides darüber auf die ganze Frage hier näher eingetreten, als vielmehr deshalb, weil mir die blosse Erörterung derselben nicht unerspriesslich schien. So möge denn auch noch eine letzte Frage hier aufgeworfen werden, die sich an das gewonnene, wenn auch nur vorläufige Resultat eng anschliesst.

Meines Wissens hat man noch niemals daran gedacht, dass die

1) Anwendung der DARWIN'schen Theorie auf Bienen. Verhandl. des naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens. 29. Jahrgang. Bonn 1872, p. 72.

Zuchtwahl auch eine gegenseitige sein könne[1]), natürlich nicht zur selben Zeit, wohl aber alternirend.

Das constatirte Ueberwiegen der Männchen (oder wenigstens der männlichen Zeugungseinheiten) bezog sich nur auf den Höhepunct der Sexualperiode, an ihrem Beginne sind die Männchen bei vielen Arten längere Zeit hindurch bedeutend in der Minorität. Wäre es nicht möglich, dass während dieser Zeit eine Zuchtwahl von Seiten der Männchen ausgeübt würde? Dass also bei einer Art, z. B. bei Bythotrephes zuerst das Blau der Mundgegend durch Zuchtwahl der Weibchen beim männlichen Geschlecht entstanden wäre, sich dann durch Vererbung auf einzelne Weibchen übertragen hätte und diesen im Beginn der Sexualperiode eine grössere Anziehungskraft für die noch seltenen Männchen verliehen hätte? Ein theoretischer Widersinn scheint mir in dieser Idee nicht verborgen zu sein, es sprechen viele Thatsachen dafür, dass beide Geschlechter einer Art in ihrem Farbengeschmack sich gleichen. Wäre dem nicht so, so könnte es kaum blaue weibliche Bläulinge (Lycaeniden) geben, die Uebertragung des vom Manne erworbenen Blau auf die Weibchen müsste durch sexuelle Züchtung vereitelt worden sein, falls den Männern blau variirende Weibchen missfallen hätten.

Denkbar also wäre eine alternirende geschlechtliche Züchtung desselben Characters.

Ob sie aber wirklich hier stattfindet, darauf wage ich keine bestimmte Antwort zu geben, da das ganze Fundament, auf welchem sie basiren müsste, noch allzu unsicher ist. Allerdings habe ich zu bemerken geglaubt, dass bei Bythotrephes und bei Sida im Beginn der Sexualperiode die Männchen weniger lebhaft gefärbt sind und auch erst in späterem Alter Farben annehmen, als gegen das Ende der Sexualperiode, während die Weibchen umgekehrt im Beginn dieser Zeit sehr brillant gefärbt sind und schon in früher Jugend die Farben entfalten, gegen das Ende der Sexualperiode (November) aber an Brillanz abnehmen, allein Täuschungen sind bei der Beurtheilung von Farbenstärke leicht möglich, und ohne im speciellen Hinblick auf diese Frage noch einmal untersucht zu haben, möchte ich diese Beobachtungen nicht verwerthen[2]). Wollte man aber lediglich auf die Ver-

1) Bei DARWIN findet sich eine Stelle, wo er die Möglichkeit gleichzeitiger doppelter Zuchtwahl erörtert, aber als unwahrscheinlich und voraussichtlich auch von geringer Wirkung verwirft. »Abstammung des Menschen und geschlechtliche Zuchtwahl,« 3. deutsche Auflage, 1875, Bd. II, p. 195.

2) Unter 44 Bythotrephes-Weibchen, welche Anfang November auf ihre Farbenstärke gemustert wurden, waren 29 mit schwacher, 15 mit starker Färbung, die

hältnisszahlen der Geschlechter sich stützen, so würde vor Allem zuerst darüber Klarheit zu erlangen sein, ob die Sommereier der Daphnoiden befruchtungsfähig sind oder nicht? ob also Weibchen, welche Sommereier produciren, als Concurrenten für die Begattung anzusehen sind, oder ob blos die Weibchen mit Wintereiern in Betracht kommen. Diese Frage ist noch immer schwebend, denn daraus, dass die Sommereier sich auch ohne Befruchtung entwickeln, darf keineswegs geschlossen werden, dass sie überhaupt nicht im Stande wären, die Copulation mit einer Samenzelle zu vollziehen. Auch ein Begattungshinderniss ist bei den Weibchen mit Sommereiern im Ovarium nicht vorhanden, wenn auch bis jetzt noch niemals eine wirklich stattgefundene Begattung eines solchen Weibchens nachgewiesen worden ist. Wohl hat man oft Männchen an ihnen festgeklammert gefunden, allein das beweist nicht die stattgefundene Begattung.

Falls diese Frage eines Tages bejahende Antwort finden sollte, würde ich auch eine von den Männchen ausgeübte Zuchtwahl im Beginn der Sexualperiode für wahrscheinlich halten, denn dann wäre allerdings die Ueberzahl der Weibchen eine so grosse, dass die wenigen Männchen zur Befruchtung aller nicht ausreichen könnten, dass also eine Auswahl von ihrer Seite stattfinden *müsste*.

In *einer* Beziehung müsste eine solche hypothetische, *alternirende sexuelle Züchtung* von Bedeutung sein; *sie würde den bevorzugten Character sehr rasch und gleichmässig auf beide Geschlechter ausbreiten* und eine geringe Ungleichheit würde nur zwischen den verschiedenen, sich folgenden Generationen obwalten, so dass also in den ersten Generationen die Weibchen, in den letzten die Männchen am brillantesten gefärbt wären. Die brillantesten Weibchen würden den brillantesten Männchen nicht nachstehen. Da es sich nun bei den Daphnoiden mit Schmuckfarben beinahe genau so verhält, so würde diese Gleichheit der Geschlechter durch einen solchen Doppelprocess eine fernere Erklärung dafür liefern, warum eine so gleichmässige Uebertragung des Schmuckes hier eingetreten ist.

Indessen ist auch ohne Annahme einer alternirenden Züchtung eine so vollständige Uebertragung ganz wohl erklärbar, wie ich oben schon zu zeigen suchte. Es mag aber hier am Platze sein, durch einige Beispiele darzulegen, dass gerade auch in der Ordnung der Daphnoi-

schwache Färbung überwog also bedeutend und betrug etwa 66% der Gesammtzahl. Unter 25 gemusterten Männchen waren dagegen nur 6 schwächer gefärbt, und 19 mit ausnehmend brillanter Färbung; die brillanten machten also hier 76% der Gesammtzahl aus.

den die Uebertragung einseitig erworbener Charactere auf das andere Geschlecht thatsächlich und zuweilen in sehr vollständiger Weise stattgefunden hat.

Von anderen Thiergruppen kennen wir bereits solche Fälle, besonders genau bei den Bienen seit den vortrefflichen Untersuchungen Hermann Müller's. So gehen die verschiedenen Formen der Sammelapparate, mittelst deren die Weibchen das Futter für ihre Brut eintragen, in den verschiedensten Graden auf die Männchen über, meist nicht vollständig, sondern mehr oder weniger abgeschwächt, zuweilen aber (Bombus lucorum) vollständig.

Bei den Daphnoiden sind als rein weibliche Errungenschaften die verschiedenen Vorrichtungen zu betrachten, welche den Brutraum nach aussen abschliessen, wie sich denn sehr schön eine Steigerung derselben zu immer höherer Leistungsfähigkeit durch die verschiedenen Gruppen nachweisen lässt [1]. Bei nicht wenigen Gattungen sind diese Verschlussapparate auf die Männchen übergegangen, ganz oder theilweise, modificirt zu irgend einem neuen Gebrauch oder einfach rudimentär. So besitzt die männliche Daphnia Pulex nur eine von den zwei zipfelförmigen Verschlussfalten des Weibchens, diese aber ist länger als beim Weibchen und ist mit der Spitze entgegengesetzt gerichtet, nämlich nach hinten. (Siehe z. B. die Abbildung in Leydig's »Naturgeschichte der Daphniden« Taf. I.) Bei Daphnia longispina sind alle drei Verschlusszipfel des Weibchens vorhanden, aber nur als Rudimente; bei Daphnia (Scapholeberis) mucronata und Anderen fehlt selbst ein solches Rudiment. Dagegen sind bei Sida crystallina und bei Latona setifera nach Sars und P. E. Müller die Verschlussleisten auf der Innenfläche der Schale auch beim Männchen vorhanden. Die Uebertragung dieser weiblichen Theile auf die Männchen ist offenbar nur von geringem Nutzen für diese letzteren, sonst könnte sie nicht so ungleich vor sich gegangen sein, dass wir selbst innerhalb einer Gattung bald vollständige, bald nur theilweise, bald gar keine Uebertragung wahrnehmen.

Anders — so sollte man denken — muss es mit solchen Organen stehen, die wie Sinnesorgane unter allen Umständen ihrem Träger von Nutzen sind, bei welchen auch eine Steigerung kaum jemals schädlich werden kann. In der That finden wir in den meisten Fällen die Riechorgane der Weibchen nur sehr wenig hinter denjenigen der Männchen zurückstehend, manchmal sogar ihnen vollkommen gleich,

[1] Siehe diese »Beiträge« Abhandlung III »die Abhängigkeit der Embryonalentwicklung vom Fruchtwasser der Mutter«.

in einigen Fällen aber besteht freilich eine sehr erhebliche Differenz zwischen beiden und zwar zu Gunsten der Männchen. Wenn wir die Feinheit des Geruchsinns nach der Anzahl der Riechfäden abschätzen — und ungefähr richtig wird dieser Massstab wohl sein — so ist z. B. bei Leptodora der Unterschied ein ganz enormer, da das Weibchen auf seiner stummelförmigen Antenne nur neun Riechfäden trägt, das Männchen auf seiner langen geisselförmigen deren etwa siebenzig. Bei der Mehrzahl der Daphnoiden ist er gering, indem die Männchen nur eine oder zwei Nervenstäbchen vor den Weibchen voraus haben [1]. So bei den Gattungen Daphnia, Simocephalus, Ceriodaphnia und vielen anderen aus der Gruppe der Daphninae. Es gehören hierher auch solche Formen, bei denen die Antennen selbst dem Geschlecht nach sehr verschieden sind, wie z. B. die Gattung Moina und Ceriodaphnia. Bei diesen ist die männliche Antenne zugleich Hülfsorgan der Begattung, ist mit starken Krallen ausgerüstet und dient zum Einfangen und Festhalten des Weibchens; Sinnesstäbchen aber trägt sie nur ein einziges mehr, als das Weibchen.

Bei einer dritten Gruppe stimmt das Geruchsorgan in beiden Geschlechtern völlig überein. Dahin gehört Bythotrephes und Latona. Bei Ersterem sind die Antennen sehr klein, stummelförmig und mit nur sechs Riechfäden besetzt, bei Letzterer dagegen äusserst lang, peitschenförmig und wie bei der männlichen Leptodora mit einer grossen Zahl kleiner Nervenstäbchen besetzt, abgesehen von dem an der Basis befindlichen Büschel von acht Riechfäden. Ausser Leptodora kenne ich bei den Daphnoiden keine Art, die ein so hoch entwickeltes Geruchsorgan besässe, die grosse Majorität der weiblichen Daphnoiden besitzt 5—10 Riechfäden, die der männlichen oft, aber keineswegs immer ein oder zwei Fäden mehr. Fasst man ins Auge, dass die nächsten Verwandten von Latona, nämlich Sida und Daphnella deren auch nicht mehr besitzen, ja sogar ihre Männchen nicht, so folgt, dass die hohe Entwicklung des Geruchsorgans bei Latona eine relativ neue Erwerbung ist, hervorgerufen höchst wahrscheinlich durch allmälige Steigerung bei den die Weibchen aufsuchenden Männchen.

Hier in diesem Fall hat sich nun die hohe Entwicklung dieser Organe vollständig auf die Weibchen übertragen und es ist vielleicht kein Zufall wenn dies gerade bei der Art der Fall ist, bei welcher auch die vollkommene Fixirung der Schmuckfarben auf ein hohes Alter der

1) Dies sind gewöhnlich nicht geknöpfte Borsten, sondern fein zugespitzte, sie werden also auch in ihrer Function den Riechstäbchen nicht gleichgesetzt werden dürfen.

Form hinweist. Ich wenigstens möchte glauben, dass einseitig erworbene Charactere, welche in irgend einem Grade zur Uebertragung auf das andere Geschlecht neigen, um so vollständiger übertragen werden müssen, je zahlreichere Generationen hindurch die Uebertragung sich wiederholt, d. h. also, je älter der betreffende Character ist. Vielleicht wird sich von diesem Gesichtspunct aus ein Theil der scheinbaren Launenhaftigkeit dieser Uebertragungsvorgänge erklären lassen.

Bei allen mir bekannten Sidinen-Gattungen mit Ausnahme von Holopedium ziehen sich die männlichen Antennen wie bei Latona in eine lange Geissel aus, die aber nur zum Fangen und Festhalten des Weibchens dient und keine Riechfäden trägt. Bei Sida ist sie mit Häkchen besetzt, bei Daphnella, Limnosida [1]) und Latona nur mit Haaren, die bei letzterer lang und steif sind. Nur bei Latona ist diese Geissel in voller Grösse auch auf das Weibchen übergegangen, bei Daphnella ist sie schon viel kleiner, bei Limnosida geradezu rudimentär und bei Sida bin ich zweifelhaft, ob die spitze Nervenborste neben dem Büschel Riechborsten als Homologon der männlichen Geissel betrachtet werden darf.

Es wäre gewiss nicht richtig wollte man die langgestreckten Antennen, wie sie bei diesen und einigen andern Daphnoiden-Gattungen vorkommen, für die primäre Antennenform dieser Ordnung halten. Dagegen spricht schon die Thatsache, dass mitten unter den Sidinen die Gattung Holopedium steht, bei welcher die Antennen in beiden Geschlechtern stummelförmig und geissellos sind. Freilich stammen die Cladoceren in letzter Instanz einmal von Crustaceen mit gliedmassenförmigen vorderen Antennen ab, aber diese nach dem regulären Crustaceen-Schema gebildeten Vorfahren scheinen sehr weit zurückzuliegen, so weit, dass die Reminiscenz an sie fast ganz verloren gegangen ist. Die Ontogenese aller dieser langhornigen Cladoceren-Männchen deutet darauf hin, dass die Verlängerung der Antennen eine moderne Errungenschaft ist, denn die jungen Thiere (z. B. Leptodora, Sida, Latona, Daphnella) haben alle relativ weit kürzere, oft sogar ganz kurze Antennen (Leptodora) und erst während des Heranwachsens verlängern sie sich auf das dem erwachsenen Thier zukommende Maass.

Ein schönes Beispiel für die Wirkung der Uebertragung secundärer Geschlechtscharactere bietet die Gattung Bosmina. Niemand wird

1) Nach G. O. Sars »Norges Ferskvandskrebsdyr, Cladocera ctenopoda. Christiania 1865. Tab. II, Fig. 5 und 13.

behaupten wollen, dass die sonderbaren, wie zwei grosse krumme Hörner oder Wallrosszähne dem Kopfe ansitzenden Antennen etwa von der hypothetischen Urdaphnide her auf diese Gattung vererbt worden seien. Sie sind zweifellos eine neuere Erwerbung, wie sie denn auch bei keiner andern Gattung wieder so vorkommen. Woher stammen sie aber?

Man hat geglaubt, die Thiere bedienten sich dieser starren Hörner, um sich an Pflanzen gewissermassen vor Anker zu legen. Sie thun dies indessen niemals, viele Arten leben auch in Seen, wo sie gar keine Gelegenheit dazu hätten. Fasst man die Männchen ins Auge, so löst sich das Räthsel, denn bei diesen sind diese Antennen nicht starr und bewegungslos wie bei dem Weibchen, sondern durch Gelenk mit dem Kopf verbunden und durch einen grossen Muskel leicht beweglich. Sie stellen mit andern Worten einen grossen, beweglichen Haken dar, der in Verbindung mit seinem Widerpart eine Gabel bildet von der man kühnlich — auch ohne diesen Act je beobachtet zu haben — behaupten darf, dass sie zum Einfangen und Festhalten des Weibchens dient. Man betrachte nur das Thier von vorn[1]) und man wird zugeben, dass das Weibchen mittelst dieser Antennengabel wie von einer Papierklammer festgehalten werden muss.

Wenn nun aber die sonderbare und diese Gattung auf den ersten Blick kennzeichnende Bildung der Antennen eine Errungenschaft der Männchen ist, wie kommen die Weibchen dazu, sie ebenfalls zu besitzen?

Die Antwort kann nur lauten durch Uebertragung von dem Männchen her. Und diese Uebertragung ist eine vollständige gewesen, was Grösse und Form betrifft, nur die bewegliche Einlenkung der Antenne ist verloren gegangen und auch der bewegende Muskel — erklärlicherweise, wenn die Organe nur von den Männchen wirklich gebraucht werden.

Man gelangt somit zu demselben Schlusse, zu welchem die Farbenflecke von Latona führten, dass nämlich ein wesentlicher Character einer Art, hier sogar einer ganzen Gattung auf der Uebertragung ursprünglicher secundärer Geschlechtscharactere auf beide Geschlechter beruht.

Zum Schluss sei noch eine Beantwortung der Frage versucht, zu welcher Zeit der phyletischen Entwicklung die Schmuckfarben erwor-

1) Man vergleiche z. B. die Abbildung von Bosmina diaphana, Fig. 4 auf Taf. II von P. E. Müller's Dänmarks Cladocera, welche das Thier in dieser Ansicht darstellt.

ben sein mögen. Selbstverständlich kann dabei nur von einer relativen Zeitbestimmung die Rede sein und die Frage wird zuerst so zu fassen sein: sind die Schmuckfarben *vor* oder *nach* der Einschaltung parthenogenesirender Generationen entstanden? Ich setze die früher schon von mir dargelegte Anschauung voraus, nach welcher die geschlechtliche Form der Fortpflanzung bei den Daphnoiden die ältere ist, wie denn überhaupt alle echte Parthenogenese aus der geschlechtlichen Fortpflanzung abzuleiten und keineswegs eine ungeschlechtliche, vielmehr nur eine eingeschlechtliche Fortpflanzung ist. Die parthenogenesirenden Weibchen sind keine Ammen, sondern echte Weibchen, wie dies von Claus für Aphiden und Daphniden schon vor geraumer Zeit klar gelegt wurde[1].

Dies vorausgesetzt, kann die Entscheidung der obigen Frage nicht schwer fallen. Die Entstehung der Schmuckfarben könnte höchstens bei Latona vor Einschaltung eingeschlechtlicher Generationen entstanden sein, denn nur bei dieser Art sind alle eingeschlechtlichen Generationen ebenso stark gefärbt, als die zweigeschlechtlichen. Die Thatsache aber, dass bei allen andern die Färbung der eingeschlechtlichen Generationen schwächer ist, lässt wohl keinen andern Schluss zu, als den, dass die Schmuckfarben zu einer Zeit von der zweigeschlechtlichen Generation erworben wurden, als bereits eingeschlechtliche sich zwischen sie eingeschoben hatten. Hätte sich die Parthenogenese erst später ausgebildet, nachdem die allein vorhandenen zweigeschlechtlichen Thiere ihren Schmuck bereits angelegt hatten, so hätte dieser sich auch ganz vollständig bei allen Generationen in gleicher Stärke erhalten müssen; denn die Thatsache der gleichstarken Färbung bei Weibchen der Sexualperioden, einerlei ob sie noch parthenogenesiren, oder schon Wintereier produciren beweist, dass die Parthenogenese an und für sich eine Schwächung der Farben nicht mit sich führt.

Die Zeitfrage liesse sich auch noch in anderem Sinne stellen. Wenn man ins Auge fasst, dass bei Sida die Bodenseecolonie rosa Flecken zeigt, die des Alpsees aber blaue, und ebenso auch die Sida-Colonien der Sümpfe und kleinen Seen in der unmittelbaren Umgebung des Bodensees, so könnte man daraus den Schluss ziehen, dass die Schmuckfarben sich erst entwickelt haben könnten, nachdem jene Colonien gegründet worden waren, d. h. also nach der Eiszeit, als die grossen voralpinen Gletscher sich wieder zurückgezogen und der Einwanderung von Süsswasser-Crustaceen zahllose kleine Seen, Teiche und Sümpfe zurückgelassen hatten.

[1] Beobachtungen über die Bildung des Insecteneies. Diese Zeitschrift Bd. XIV. 1864.

Ein grösseres Beobachtungsmaterial wird darüber Sicherheit bringen.

Kurz zusammengefasst hätte demnach die Untersuchung etwa Folgendes ergeben:

1) Eine kleine Zahl von Daphnoiden besitzt bunte Färbungen, welche selten nur bei dem einen Geschlecht, meist bei beiden und zwar theils in verschiedener theils in gleicher Stärke entwickelt sind.

2) Diese Pigmentirungen müssen als Schmuckfärbungen angesehen werden, welche von dem einen Geschlecht allein (wahrscheinlich meist dem männlichen) zuerst erworben, in den meisten Fällen aber sodann auch auf das andere Geschlecht übertragen wurden. Es ist denkbar, dass diese Uebertragung dadurch wesentlich beschleunigt wurde, dass »alternirende Zuchtwahl« eintrat, so zwar, dass im Beginn jeder Sexualperiode die dann noch seltenen Männchen die schönsten Weibchen wählten, gegen das Ende der Sexualperiode aber die Weibchen die Auswahl unter den zahlreicheren Männchen hatten.

3) Die Erwerbung fand wahrscheinlich zu einer Zeit statt, wo bereits ein Theil der Jahresgenerationen sich nur noch auf parthenogenetischem Wege vermehrte. Aus der constant verschiedenen Färbung benachbarter Colonien kann mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass die Entwicklung der Schmuckfarben erst nach der Einwanderug an den Nordfuss der Alpen d. h. also nach der Eiszeit begann.

4) Die Uebertragung geschah in dreifachem Sinne nach dem Gesetz der homochronen Vererbung (Häckel), modificirt durch das allmälige »Zurückrücken der Charactere«: einmal auf das andere Geschlecht, zweitens auf die noch nicht geschlechtsreifen, oder doch noch nicht ausgewachsenen Altersstufen und drittens auf die Reihe der parthenogenetischen Generationen. In allen drei Richtungen befinden sich die verschiedenen, mit Schmuckfärbung versehenen Arten auf verschiedenen Stufen, die höchste Stufe, d. h. die vollständige Uebertragung auf beide Geschlechter, alle Altersstufen und alle Generationen des Jahrescyclus ist nur von einer Art erreicht (Latona).

5) Die Daphnoiden liefern somit einen weiteren An-

haltspunct dafür, dass secundäre Sexualcharactere zu allgemeinen Artcharacteren werden können und erläutern die Darwin'sche Ansicht von dem Ursprung der Schmetterlingsfärbungen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VII.

Fig. 1. Vordertheil eines weiblichen Bythotrephes vom 10. October, um die blaue Färbung um den Mund herum zu zeigen. *Au* Auge, at^1, at^2 erste und zweite Antenne, *md* Mandibel, deren bräunliche Spitze man in der Mundöffnung wiederfindet. *lb* Oberlippe, *osg* oberes Schlundganglion, *M* Magen, p^1 erstes Bein, *B* Brutraum, in welchem zwei Wintereier sich befinden. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{IV}$ (400).

Fig. 2. Weibchen von Polyphemus Oculus in vollem Hochzeitskleid, im Brutraum sechs Wintereier (*Wei*). Die meisten Buchstaben wie bei Fig. 1. *A* After, *Pabd* Postabdomen. Vergrösserung: Hartnack $\frac{2}{IV}$ (70).

Fig. 3. Weibchen von Latona setifera in Rückenansicht. Fünf Sommereier im Brutraum (*B*). mat^2 Muskel der Ruderantennen, *M* Magen, dessen vorderer Theil blau gefärbt ist, während gelber feinkörniger Chymus das Lumen anfüllt. Ueber ihm ziehen braune Stränge des Fettkörpers hin und über diesen wiederum liegt das Herz, dessen Contour eingezeichnet ist (*H*). *VS* Vorderlappen der Schale, *SS* Seitenklappen der Schale in starker Verkürzung gesehen, *Sb* Schwanzborsten, *Skr* Schwanzkrallen. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{II}$ (34).

Fig. 3*A*. Optischer Querschnitt der Schalenklappe, *ae Bl* äusseres Blatt derselben mit seiner Cuticula und der Hypodermis, *i Bl* inneres Blatt, dessen Hypodermiszellen bedeutend geschwellt und mit rothem Pigment erfüllt sind. Die Figur ist insofern etwas schematisirt, als die Stützfasern eingezeichnet sind, welche auf dem optischen Querschnitt wegen starker, darüberliegender Schichten und deshalb schwachem Licht nicht zu erkennen waren. Am optischen Querschnitt 3*B* waren sie deutlich zu erkennen und sind nach diesem auf *A* übertragen worden. Zur Anfertigung wirklicher Querschnitte fehlte leider das Material. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{VIII}$ (400).

Fig. 3*B*. Hinterrand der Schalenklappe im optischen Querschnitt. Zwischen den Hypodermisschichten der beiden Schalenlamellen liegt eine amphidiscusförmige Pigmentzelle (*PZ*, mit zwei scheibenförmigen Endplatten und einem dicken Stiel zwischen ihnen, *K* Kern der Zelle. *C* Cuticula, *SR* Schalenrand. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{VIII}$ (400).

Fig. 3*C*. Braune Pigmentzelle des Mesoderms in natürlicher Lage von der Fläche gesehen, nur die der Aussenlamelle der Schale anliegende Endplatte ist dar-

gesteilt. Die kleinen hellen Fleckchen in der Pigmentmasse bezeichnen die Durchtrittsstellen der Stützfasern der Schale. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{VII}$ (300).

Fig. 3*D*. Theile zweier Pigmentflecke der seitlichen Schalenklappen bei starker Vergrösserung. Zwischen der rothen und blauen Partie verläuft eine Zellgrenze, die indessen direct so wenig sichtbar war, als die übrigen Grenzen der ziemlich grossen, nahezu sechseckigen Hypodermiszellen. Innerhalb jeder Zelle liegen 10—16 der hellen Stellen mit farbigem Centralkreis, die im Innern hohlen Ansatzstellen der Stützfasern. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{VIII}$ (400).

Fig. 4. Weibchen von Sida crystallina aus dem Bodensee mit acht Wintereiern im Brutraum. Seitenansicht. Vergrösserung etwa 35 mal.

Fig. 4*a*. Eine blaue Pigmentzelle von der Aussenfläche des äussern Astes des fünften Beines einer weiblichen Sida aus dem Alpsee. Die Verästelungen der Zelle beweisen, dass dieselbe nicht in der Hypodermis lag, sondern unter ihr. Vergrösserung: Hartnack $\frac{3}{VI}$ (300).

Die Thätigkeit der willkürlichen Muskulatur unserer Landschnecken.

Von

Dr. Heinrich Simroth

in Naumburg.

Mit Tafel VIII.

Die Locomotion der Schnecken ist bis jetzt meines Wissens nirgends recht gewürdigt worden; man ging leicht darüber hinweg, wohl aus doppeltem Grunde, — einmal schien das Gewirre der Muskelfasern im Hautmuskelschlauche ein so verstricktes und dichtes, dass man vor der Auflösung zurückschreckte oder doch bei der völlig verschiedenen Richtung der Fasern die mannigfachsten Combinationen zur Erklärung des Kriechens sich bilden zu dürfen glaubte, — andererseits lag der Vergleich mit der Bewegung vieler Würmer, deren Hautmuskulatur im Ganzen dem verfilzten Geflechte der Gastropoden gleicht, nahe und schien einen eingehenderen Fleiss überflüssig zu machen. Man ist, wie ich glaube, bei der älteren Anschauung stehen geblieben, wie sie Bergmann und Leuckart in ihrer anatomisch-physiologischen Uebersicht des Thierreiches (p. 380) geben und die ich hier anzuführen mir erlaube: »Bei den Gastropoden hat dieser Fuss in der Regel eine untere scheibenförmige Fläche, die bei der Locomotion auf einer festen Unterlage, auf dem Boden, auf Steinen, Pflanzen oder selbst an der äussern Wasserfläche aufliegt und durch abwechselnde von hinten nach vorn auf einander folgende Querrunzeln vorwärts geschoben wird. Sehr leicht kann man sich von diesem Muskelspiel, durch welches die Sohle an einzelnen Stellen fast unmerklich erhoben und fixirt wird, überzeugen, sobald man z. B. unsere gemeine Gartenschnecke auf einer durchsichtigen Glasplatte fortkriechen lässt. Der Mechanismus der Bewegung ist im Wesentlichen derselbe, wie bei manchen fusslosen Insectenlarven, nur dass die Zahl der Bewegungswellen am Körper viel grösser und die Befestigung (wegen der zweckmässigen Anordnung der Muskelfasern, zum Theil auch wegen der feuchten Beschaffenheit

der Hautoberfläche) inniger ist«. Die hierin dargelegte Anschauung kann schwerlich aufrecht erhalten werden; denn man überzeugt sich sehr leicht, dass die Schnecke, die am Glase kriecht, diesem fest anliegt und nicht »an einzelnen Stellen unmerklich erhoben wird.« Häufig zwar bilden sich unter dem Fusse Zwischenräume, welche Luft oder Schleim enthalten; aber der Anblick eines gleichmässig am Glase sich vorwärts bewegenden Thieres zeigt uns sofort, dass von solchen irgendwie ausgefüllten Hohlräumen zwischen je zwei Wellen nicht die Rede sein kann, es könnten sich, da die bei der Locomotion unbetheiligte seitliche Haut (vergl. die Abbildungen) dem Glase fest anliegt, nur luftleere Räume bilden. Die sind aber so wenig ersichtlich, als sie sich theoretisch von selbst ausschliessen; denn sie würden nur als ein kraftvoller Saugapparat dienen und die Schnecke an dem Puncte, wo sie sich befindet, festhalten, anstatt die Weiterbewegung zu erleichtern. Wenn man nun auch über die Sohle einer freigehaltenen Helix jene erhabenen Wellen deutlich von hinten nach vorn hingleiten sieht, so erkennt man doch, dass bei dem Thiere am Glase abwechselnd gelöste und befestigte Stellen (wie bei einem Wurm oder einer Schlange) die Bewegung nicht hervorbringen können, sondern dass das Relief der Wellen vollständig verschwindet und sie selbst nur noch durch den optischen Ausdruck der veränderten Färbung kenntlich bleiben.

Ich habe früher (die Sinneswerkzeuge der einheimischen Weichthiere, diese Zeitschrift Bd. XXVI p. 303) einige Versuche mitgetheilt, welche auf die Erschliessung der Schneckenlocomotion abzielten. Als ich neuerdings diese Beobachtungen wieder aufnahm, hatte ich einen doppelten Zweck im Auge, ich wollte erstens die Leistungsfähigkeit der eigentlichen locomotorischen Muskulatur herausklauben, und ich legte mir zweitens die Frage vor, wie überhaupt der Schneckenfuss ohne eine Veränderung seiner äusseren Ränder und ohne Loslösung von der Unterlage vorwärts zu gleiten im Stande sei. Die letztere Fähigkeit schien mir so räthselhaft, dass ich entweder eine hohe Complication des muskulösen Apparates erwartete, oder, der Einfachheit der sichtbaren Wellenbewegung gemäss, eine sehr einfache Einrichtung, dann aber eine sehr auffällige. Ich fand das letztere, nämlich eine Form der Muskelaction, die von allem, was bis jetzt über dies Thema gelehrt wird, wesentlich abweicht, die sich nichts destoweniger, wie ich glaube, damit gut in Einklang bringen lässt und wie ich hoffe, manches neue Licht auf die allgemeine Muskeltheorie wirft. Wenn ich diesmal vorherrschend nur Beobachtungen lebender Thiere aufzutischen habe, so erheischt eine gewisse Beschränktheit meiner jetzigen Untersuchungsmittel Entschuldigung.

I. Die Leistungsfähigkeit der locomotorischen Muskulatur.

Es kann zunächst keine Frage sein, dass die Locomotion der Schnecken ihre Ursache hat in den Wellen, welche über die Sohle von hinten nach vorn hingleiten. Die Thiere bewegen sich vorwärts, so lange die Wellen andauern; sobald diese aufhören, wird die Bewegung sistirt; sie wird im Allgemeinen um so mehr beschleunigt, je schärfer die Wellen hervortreten und je schneller sie ziehen. Wie schon bemerkt, sind die Wellen am freien (nicht anhaftenden) Thiere erhabene Querbänder; am Glase jedoch kennzeichnen sie sich allein durch ihre Färbung. So lange das Thier ruht, hat die Sohle eine durchaus gleichmässige Farbe, wie sie ihr bei den verschiedenen Thieren gerade eigen ist; sobald es kriecht, erscheinen die Querstreifen, und zwar bei Helix (Fig. 3 u. 4) und Arion (Fig. 1) von dunklerer, bei Limax cinereoniger Wolf (Fig. 2) von hellerer, weisslicherer Färbung als die übrige Sohle; die anderen Limaxarten, deren ich noch drei untersuchte, stimmten jedoch im Colorit der Wellen mit Helix und Arion überein. Die Wellen nehmen bei Helix die ganze Breite des Fusses ein, wenigstens vorn, nach hinten bleiben mehr oder weniger breite Seitentheile frei von ihnen; bei Limax und Arion beschränken sie sich auf das mittlere Drittel der Sohle, wie es die Figuren zeigen. Durchgängig wohl sind sie am Hinterende ein klein wenig verwaschner und nehmen mit regelmässigem Wachsthume nach vorn an Intensität zu. Bei Limax (Fig. 2) zeigt sich in der Mittellinie ein zarter Längsstreif, wie Querschnitte ergeben, das Lumen des medianen Blutsinus: bei Helix pomatia schimmert vorn die weisse Fussdrüse durch, die zwar bis zum zweiten Drittel der Sohle reicht, in ihrer vorderen Hälfte aber einen sehr dicken, massigen, weissen Boden hat; die zarte Helix hortensis lässt nach vorn die bläuliche Blutflüssigkeit transpariren.

Um die Wirkungsfähigkeit der Wellen zu ermitteln, verfuhr ich folgendermassen: Ich liess eine Schnecke in einem Glascylinder in die Höhe kriechen und wartete, bis die ganze Sohle dem Glas anlag; dann bestimmte ich *a*) die Länge des Thieres, *b*) die Länge des zurückgelegten Weges, *c*) die Anzahl der zu gleicher Zeit über die Sohle hingleitenden Wellen, *d*) wie oft eine Welle während der Versuchsdauer über den Fuss hinwegzog, *e*) die Versuchsdauer, *f*) das Körpergewicht und *g*) das Gewicht des abgeschnittenen Fusses. Bevor ich zu den Versuchen, deren ich etwa dreihundert, also wohl eine bei ziemlicher Uebereinstimmung hinreichende Anzahl, anstellte, selbst übergehe, bemerke ich zu den einzelnen Puncten Folgendes:

ad *a*: die Länge des ruhig hinkriechenden Thieres wechselt, und

zwar so, dass sie zu einem Maximum allmälig anwächst und dann auf diesem verharrt. Dieses Resultat hab' ich leider erst später bemerkt, daher es in der ersten Hälfte meiner Aufzeichnungen fehlt; doch habe ich nachher noch so viel darauf geachtet, dass ich völlig sichere Angaben machen zu können glaube.

ad *b*: Will man ganz genau verfahren, so muss man den Weg des Thieres am vorderen Körperende messen, da nur dieses sich ganz constant bewegt. Ich wählte aus Bequemlichkeit und Unkenntniss das hintere, was auf den Durchschnitt der Resultate ohne Einfluss bleiben mag.

ad *c*: Die Anzahl der zu gleicher Zeit den Fuss bedeckenden Wellen maass ich, indem ich mit möglichst gleicher Geschwindigkeit die Wellen erst von vorn nach hinten und dann in der umgekehrten Folge zählte und aus beiden Zahlen das Mittel zog. Es liegt auf der Hand, dass eine Zählung allein bei der Bewegung der Wellen unzureichend ist. — Hier drängt sich die überaus wichtige Frage auf, ob die Anzahl der Wellen auf der Sohle immer dieselbe oder nicht. In letzterem Falle würde es kaum möglich sein, alle Kraftäusserungen auf eine einzelne Welle zu reduciren. Da ergeben denn theils die Zählungen, theils und noch mehr andere ganz zwingende Gründe (s. u.), dass die Wellenanzahl für jedes einzelne Individuum eine durchaus constante ist, so dass alle Bewegungskräfte auf eine Welle als Einheit ohne Weiteres zurückgeführt werden dürfen.

ad *d*: Ich merkte mir von Anfang des Versuches an die Welle, welche gerade vom Hinterende des Körpers ausging, und verfolgte sie; sobald sie das Vorderende erreicht hatte, ging ich wieder zur letzten Welle und verfuhr ebenso; dann notirte ich, wie häufig ich dieses während der Versuchsdauer zu wiederholen hatte.

ad *g*: Das Fussgewicht wurde so bestimmt, dass ich von der abgetrennten Sohle das Anhangende möglichst bis zur Fussdrüse loslöste, die Haut des Fusses dagegen daran liess.

Noch muss vor allem jetzt gefragt werden, ob die Versuche, mit einer senkrecht emporkletternden Schnecke angestellt, überhaupt die normalen Verhältnisse erschliessen können; denn die Möglichkeit leuchtet ein, dass das Gewicht des lothrecht nach unten hängenden Thieres auf die Adhäsion von wesentlichem Einflusse sein kann, insofern als die nach vorn und oben fortschreitende Anheftung durch den nach hinten und unten gerichteten Zug der Körperlast beeinträchtigt wird. Die Beobachtung von Schnecken, welche senkrecht am Glase, dann horizontal auf einer Bank und endlich wieder senkrecht am Glase mit gleicher Geschwindigkeit krochen, giebt uns Antwort in dem erwünschten Sinne, so dass den Experimenten am Glase nichts mehr im Wege steht.

Und in der That, theoretische Erwägungen führen zu demselben Ziele; denn der Uebergang einer Schnecke auf das Glas geschieht in der Weise, dass das Vorderende zunächst darauf geschoben wird und dass die immer von hinten andrängenden erhabenen Wellen bei ihrem Ausgleich zur Fläche einen stetigen Druck und ein höchst inniges Anschmiegen der Sohle bewirken, wozu der zähe Schleim noch einen trefflichen Leim liefert; der Luftdruck muss das Thier halten. Dabei ist es freilich nothwendig, dass das Glas wenigstens annähernd trocken sei; einer kleinen Helix hortensis z. B. war's völlig unmöglich, am nassen Glase emporzuklimmen, weil der Luftdruck auf flüssiger Fläche natürlich ein Herabrutschen nicht hindern kann. In welchem Grade aber der Luftdruck genügt, um das Thier zu halten, das beweisen namentlich die Belastungsversuche, die ich anstellte. In der Absicht, das Leistungsmaximum der locomotorischen Muskulatur zu finden, gab ich der Helix pomatia und hortensis häufig noch Gewichte zu tragen, welche mit Wachs an der Rückseite der Schale befestigt wurden. Da setzte denn die Schnecke mit einer Last, die ihrem Körpergewicht mindestens gleich kam, ruhig ihren Weg fort, wenn auch langsamer; eine Belastung von 73 Gr. wurde von einer Helix pomatia von 16,5 Gr. Körpergewicht noch emporgezogen, ein anderes Thier derselben Art von 12,7 Gr. Schwere vermochte sich bei 100 Gr. Belastung noch eine Weile am Glase zu halten und rutschte dann erst langsam herab.

Wie es in der Natur der Sache liegt, habe ich meine Experimente mehr und mehr auf Helix, namentlich pomatia, beschränkt; Arion kriecht zu unstät, ähnlich Limax cinereoniger, und die kleineren Schnecken gestatten auch nur eine mühsame Beobachtung ihrer Wellen. Zur Erläuterung aller dieser Bemerkungen greife ich einige Versuche an einer Helix pomatia heraus:

a. Länge des Thieres.	*b.* Länge des Weges.	*c.* Zu gleicher Zeit Wellen.	*d.* Wiederholung der einzelnen Welle.	*e.* Dauer des Versuchs.	*f.* Gewicht des Körpers.	*g.* Gewicht des Fusses.
7,2 Cm.	7,8 Cm.	10	6	$1^2/_5$ Min.	16,2 Gr.	3,2 Gr.
—	7,8	—	6	$1^1/_2$	ohne Bel.	
—	8	—	6	$1^2/_5$		
6,8	5,8	10	6	$1^3/_4$	Bel. von 20 Gr.	
—	6,2	—	6	$1^1/_2$		
—	6,3	—	6	$1^2/_5$		
—	5,2	—	5	$1^1/_3$		
6,2	5	—	6	2	Bel. von 50 Gr.	
5,8	4,6	9—10	6	2		
6	4,7	—	6	$1^5/_6$		
—	4,8	—	6	$1^3/_5$		
—	4,6	—	6	$1^5/_6$		
—	4	—	6	2		
—	1,8	—	3	1		

Aehnlich, wie dieser Versuch, fielen die übrigen aus. Um sie zu weiteren Berechnungen zu benutzen, erfolgt in der nächsten Tabelle die Reduction auf eine Minute, wobei die Schnecken nach zunehmendem Gewichte geordnet sind. Ich habe mich indess bei den einfachen Durchschnittsreductionen nicht begnügen zu dürfen geglaubt, aus einem einfachen Grunde. Die Minimalgeschwindigkeit der Wellen ist selbstverständlich Null, und von da an kann sowohl ihre Geschwindigkeit als ihre Intensität bis zu einem gewissen Maximum anschwellen; in den Versuchen kann alles vorkommen, und ein solcher Durchschnitt ergäbe natürlich nicht die Leistungsfähigkeit der Wellen, zu deren Berechnung doch eine gesteigerte Thätigkeit erforderlich ist. Es ist indess nicht ganz leicht, die Schnecken zu einer solchen anzuregen; sie beginnen meist langsam zu kriechen und gehen allmälig in ein schnelleres Tempo über; namentlich aber wird, nachdem durch Belastungsreiz die Thätigkeit erhöht ist, nach Wegnahme der Last die Wellenfarbe kräftiger und ihre Bewegungen schneller. Ich habe, um doch einigermassen dem normalen Leistungsmaximum nahe zu kommen, aus jeder Versuchsreihe mit einem Individuum die Maxima für sich berechnet und besonders zusammengestellt; alle Maxima-Reihen sind durch einen Stern bezeichnet. Die Interpretation der Formeln ergiebt sich wohl unschwer; die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d*, *e* sind einmal als Durchschnittszahlen der betreffenden Versuchsreihen, das andere Mal als die Werthe des Experimentes, welches die höchste Leistung, den in der Zeiteinheit grössten Weg ergab, genommen. Demnach bedeutet denn

f, wie oben, das Körpergewicht.

V, Anzahl der Versuche, natürlich nicht in Bezug auf die Maxima-Reihen.

A, Die Geschwindigkeit des Thieres in einer Minute.

B, Die Geschwindigkeit einer einzelnen Welle in einer Minute.

C, Die Weglänge (Geschwindigkeit) aller in einer Minute über den Fuss hinziehenden Wellen zusammengezählt, also die gesammte Wellenkraft.

D, Die Entfernung, um welche eine einzelne Welle von 1 Cm. Länge bei der durch *B* ausgedrückten Geschwindigkeit das Thier fördert.

E, Die Leistung des Fusses in einer Minute, in Grammmetern ausgedrückt.

F, Anzahl der Nervenreize in einer Minute, erst später von Interesse.

Bel. = Belastung.

Bel.	Nummer.	f	V	$A = \frac{b}{e}$	*	$B = \frac{ad}{e}$	*
	Helix pom. 1	2,4	5	4,4	4,6	19,8	19,9
	2	2,45	1	3,15	3,15	28.3	28,3
	3	2,45	4	2,34	4,4	16,7	23,7
	4	4	4	4,2	4,7	20,3	20,5
	5	6,4	4	6	6,8	43,5	42,9
	6	6,4	5	6,3	7,8	34,5	40,5
	7	8,6	4	4,11	5,2	28,8	31,2
	8	9,7	9	4,06	6,2	28,9	33
	9	12,7	5	4,4	7,7	24,6	36
	10	12,7	4	4,29	4,6	25,6	22,4
	11	13,6	3	4,44	5,2	28,7	31,2
	12	13,6	3	4,28	5	21,7	21,25
	13	14,5	4	3,8	4,4	30,4	33,6
	14	15	4	3,1	3,42	30,6	35,9
	15	15,7	9	5,64	5,72	41,7	43,4
	16	16,2	3	5,5	5,7	30,3	30,86
	17	16,3	9	4,1	6.2	25,8	33
	18	16,5	4	3,36	3,7	23,21	22,4
	19	17,5	2	3,6	4,1	41	47,6
	20	18	6	4,4	5,6	31,6	32,1
	21	18,4	4	5,1	6,25	39	43,7
	22	18,5	2	3,4	4	30,77	40
	23	18,6	2	3,25	3,25	24,45	24,9
	24	19,1	3	4,01	4,22	23	23,33
	25	19,5	4	2,3	3	28,9	31,8
	26	20,5	5	2,8	3,8	22	26,25
	27	21,8	4	4,06	4,33	33	39
	28	23,5	3	1,7	1,84	17,3	17.5
	29	23,5	3	3,7	4,38	25,1	28
8	4	4	3	1,03	1,7	11,8	16,4
8	7	8,6	5	3,9	4,8	30	36,1
8	11	13,6	3	4,8	4,9	30,5	31,2
Bel.	Nummer	f	V	A	*	B	*

$C = \frac{adc}{e}$		$D = \frac{b}{adc}$	$E = \frac{bf}{100e}$	$F = \frac{dc}{e}$
	*		*	*
138,6	139,3	0,033	0,1104	35,9
198	198	0,0159	0,07717	53,5
100,2	142,2	0,0309	0,1078	38,4
203	205	0,023	0,188	51,25
261	257,4	0,0264	0,4352	42,9
276	324	0,024	0,499	58
230,4	249,6	0,021	0,4472	48
231	264	0,0235	0,6014	48
221,4	324	0,0238	0,9779	54
256	224	0,0205	0,5842	33
287	312	0,0166	0,707	47,7
217	212,5	0,0235	0,68	38,8
273,6	302,4	0,014	0,638	53
275,4	323	0,0106	0,513	47,6
375,3	390,6	0,0146	0,898	54,2
303	308,6	0,014	0,9234	42,8
283,8	363	0,0143	1,0106	62,6
255,3	246,4	0,015	0,6105	21,4
410	476	0,009	0,74	56
284,4	288,9	0,019	1,008	48,1
342	349,6	0,0177	1,15	49,5
276,93	360	0,0107	0,74	45,4
244,5	249	0,013	0,6045	38,3
230	233	0,018	0,806	33,3
260	286	0,0105	0,586	46,1
220	262,5	0,0145	0,779	37,5
297	351	0,0123	0,9439	35,1
173	175	0,0105	0,4327	25,7
251	280	0,0157	1,0293	31,8
118	164	0,01035	0,204	51,25
240	288,8	0,0166	0,7968	57,7
305	312	0,0157	1,0584	47,7
C	*	D	* E	* F

Bel.	Nummer	f	V	A = $\frac{b}{e}$	*	B = $\frac{ad}{e}$	*
20	Helix pom. 8	9,7	12	3,6	4,2	27,3	29,4
20	16	16,2	4	3,9	4,64	26,1	29
20	17	16,3	9	2,5	4,2	20,9	29,4
50	10	12,7	4	1,57	2,13	15,8	12,5
50	12	13,6	6	2,36	2,81	20,05	21,1
50	13	14,5	2	1,6	2,1	34,1	27,6
50	16	16,2	7	2,4	3,43	19,1	25,7
50	23	18,6	2	1,44	1,55	13,33	13,33
50	24	19,1	7	2,38	2,84	17,4	18,03
50	29	23,5	4	2,1	2,35	16,9	17,4
	Helix hort. 1	0,9	1	5,33	5,33	37,5	37,5
	2	1,2	1	3,3	3,3	33,3	33,3
	3	1,85	5	7,8	8,03	27,3	26,33
	4	1,9	8	6,13	7,4	32,1	42
	5	2,15	2	2,17	2,5	22,3	28,25
	6	2,2	12	6,26	9	26,66	28
	7	2,3	5	6,4	7,17	35,6	38
	8	2,35	3	4,7	5,76	32	30
	9	2,6	1	6,6	6,6	40	40
8	2	1,2	3	2,02	2,57	15,1	22,7
20	8	2,35	2	0,7	0,7	W	W
	Arion emp.	22,5	2	1,73	1,9	17,18	18,1
	Limax agr. 1	0,36	2	3	3,8	—	—
	2	0,37	5	12,7	13,33	—	—
	3	0,47	2	5,6	7,8	—	—
	4	—	1	5,5	5,5	—	—
	5	—	1	4,25	4,25	—	—
	6	—	1	3,25	3,25	—	—
	7	—	1	3	3	—	—
	Limax ciner.	10	2	3,36	4	24,6	27,2
Bel.	Nummer	f	V	A	*	B	*

$C = \frac{adc}{e}$		$D = \frac{b}{adc}$	$E = \frac{bf}{100e}$	$F = \frac{dc}{e}$
	*		*	*
218,4	235,2	0,0179	1,2474	48
261	290	0,016	1,67962	42,1
229,9	323,4	0,013	1,5246	68,7
158	125	0,01704	1,33551	22,7
200,5	211	0,0133	1,84336	36,4
306,4	248,4	0,0084	1,3547	40,007
191	257	0,01333	2,27066	36,2
133,3	133,3	0,0116	1,0633	26,6
174	180	0,0157	1,9444 ..	31
169	174	0,0135	1,72725	25,3
262,5	262,5	0,02	0,4797	105
—	—	—	0,0396	—
163,8	157,98	0,05	0,14855	54,5
224,7	294	0,033	0,1406	84
176,1	147,75	0,0127	0,05375	56,5
213,28	224	0,041	0,198	80
213,6	228	0,031	0,16491	61
256	240	0,0238	0,13546	68,6
200	200	0,033	0,1716	60,66..
—	—	—	0,23644	—
—	—	—	0,15645	—
282	307,7	0,0061	0,4275	25,65
—	—	—	0,01368	—
—	—	—	0,04931	—
—	—	—	0,03666	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
467,4	516,8	0,0077	0,4	41,3
C	*	D	* E	* F

Die Lücken in der Tabelle haben verschiedene Ursachen, theils Nachlässigkeit, wie bei den Körpergewichten des Limax agrestis No. 4, 5, 6 und 7, theils Unthunlichkeit der Beobachtung; es fehlen die meisten Zahlen bei Limax agrestis, weil die Wellen zu kurz, rasch und verschwommen sind, um genau gezählt zu werden, daher alle aus ihnen folgenden Berechnungen wegfallen. Bei Helix hortensis 2 sind sie absichtlich weggelassen, weil das Thier ungewöhnlich träge kroch; bei Helix hortensis 2 und 8 bei Belastung unter *C* und *D* deshalb, weil bei hohen Belastungen der Wellenverlauf zeitweilig in regelmässigem Wechsel unterbrochen wird, ein Phänomen, auf welches ich unten ausführlicher zurückkomme.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt sehr bald, dass die sämmtlichen Zahlen, mit Ausnahme derer bei Belastung, die erst später besprochen werden, sich in sehr mässigen Grenzen bewegen, namentlich, wenn man die normalen Maxima in's Auge fasst. Die Geschwindigkeit der verschiedenen Schneckenarten (*A**) differirt nicht eben viel, 4—5 Cm. würde für Helix pomatia die Regel sein, mit einem Maximum von nahezu 8, Helix hortensis kriecht im Ganzen schneller, durchschnittlich 6—7, im Maximum 9 Cm. Die grösste Beweglichkeit zeigen die kleinen Nacktschnecken; Limax agrestis steigert seinen Weg in der Minute auf mehr als 13 Cm.; bei den grossen Nacktschnecken, Arion empiricorum und Limax cinereoniger, im ausgewachsenen Zustande, sinkt die Geschwindigkeit wieder, bei diesem auf 4, bei jenem auf 2 Cm. im Maximum. Die beiden letzten Resultate würden allerdings den gewöhnlichen Angaben der zoologischen Handbücher, wonach die letztgenannten Nacktschnecken eine viel höhere Beweglichkeit haben sollen als die Heliciden, widersprechen, möglich, dass ich ermattete Thiere vor mir hatte (obgleich sie erst den Abend vor dem Versuchsmorgen aus dem Walde geholt waren), oder dass das senkrechte Emporsteigen mehr ausserhalb ihrer gewöhnlichen Lebenssphäre liegt, wiewohl auch sie an Bäumen kriechend gefunden werden; im ganzen habe ich jedoch von mannigfachen Thieren dieser Arten, die ich später noch ohne Messungen beobachtete, keine höhere Agilität wahrgenommen, so dass ich die Angaben der Tabelle für nicht unrichtig halte. Im Allgemeinen ergiebt sich das Gesetz, dass die kleineren Thiere die höhere Beweglichkeit haben, und das nicht nur auf die kleineren Gattungen und Arten bezogen, sondern ebenso auf die kleineren, jüngeren Individuen derselben Art.

Untersucht man, ob dieses Gesetz, was vielleicht nahe zu liegen scheint, sich ebenso auf die Geschwindigkeit der Wellenbewegung er-

streckt, so dass also die Geschwindigkeit des Thieres direct abhinge von der Geschwindigkeit seiner Muskelbewegung, so ergiebt sich auffälligerweise, dass eine solche Coincidenz nicht statthat. Vielmehr ist bei Helix pomatia und hortensis die Geschwindigkeit der Wellen eher bei den kleineren Individuen geringer als bei den grösseren, entgegengesetzt den Geschwindigkeitsverhältnissen der Thiere. Die Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Thieres von der seiner Wellenbewegung stellt sich so, dass erstere keineswegs durchaus proportional mit der letzteren steigt; man vergleiche z. B. Helix pomatia 19 mit der höchsten Wellen-, aber ziemlich mässiger Körpergeschwindigkeit, woraus ich folgere, dass eine gewisse Uebereilung und Hast der Muskelaction, welcher die Thiere bei der experimentellen Behandlung leicht verfallen mögen, keineswegs einen gesteigerten, sondern eher einen abgeschwächten Erfolg erzielt. Eine mittlere Wellengeschwindigkeit von 30—40 Cm. ist als die wirksamste anzusehen. Dieses Resultat wird wesentlich unterstützt durch diejenigen Versuche, bei denen das Maximum der Körpergeschwindigkeit mit einer niedrigeren Wellengeschwindigkeit zusammenfällt als dem Durchschnitte (vergl. *B*, Helix pomatia 5, 10, 12, 18, hortensis 4).

Noch gesicherter erscheinen diese Folgerungen, wenn man nicht die einzelne Welle zur Körpergeschwindigkeit in Verhältniss setzt, sondern die gesammte Wellenkraft. Bei einer erwachsenen Helix pflegen sich 9, 10 oder 11 Wellen gleichzeitig auf dem Fusse zu zeigen, bei einer jüngeren 8 oder 9, bei Helix hortensis 5—8, bei Arion 17, bei Limax cinereoniger 18—19. Wie nun die Tabelle *C* lehrt, dient eine grosse Menge von Wellenbewegung viel weniger dazu, den Körper rasch vorwärts zu treiben, als eine mittlere; der Nachtheil der Ueberhastung (Helix pomatia 19) wird noch klarer. Man wird dies so ausdrücken, dass man sagt: die Körpergeschwindigkeit steigt proportional der Intensität (Farbe und Abgrenzung) und Geschwindigkeit der Wellen bis zu einem gewissen Maximum, bei dessen Ueberschreitung (Ueberhastung) sie wiederum abnimmt, — und die geringere Anzahl von Wellen bei kleineren Thieren (jüngeren Individuen oder kleineren Arten) leistet in den Grenzen dieses Gesetzes mehr als die höhere Anzahl bei grösseren.

Dieses Resultat in ein noch grelleres Licht zu setzen, dient die Tabelle *D*. Hier hat man die Leistung der einzelnen Welle oder den Weg, um welchen sie, indem sie 1 Cm. fortschreitet, den Körper vor-

wärts treibt. Er hält sich bei Helix pomatia zwischen 0,009 und 0,033 Cm.; dabei fällt die untere Grenze (19) mit Ueberhastung zusammen, d. h. die am schnellsten fortschreitende Welle leistet am wenigsten; die obere Grenze wird nur von den kleinsten Individuen erreicht. Es leistet also wiederum eine mittlere Wellengeschwindigkeit das meiste, und die Leistungsfähigkeit der Muskulatur ist am höchsten bei den kleinen Thieren. Letzteres Ergebniss scheint mir so merkwürdig, dass ich einen Augenblick dabei verweile. Die gewöhnliche Anschauung über dieses Verhältniss der Muskelwirkung zum Lebensalter ist doch gerade entgegengesetzt. In der Jugend scheint die Muskulatur schwächer und erreicht durch allmälige Uebung ihr Leistungsmaximum beim Erwachsenen. Bei Helix pomatia würde es umgekehrt sein. Ehe man ein solches Resultat gelten lässt, hat man noch die übrigen Factoren zu erwägen, die in's Spiel kommen können; das ist namentlich das Gewichtsverhältniss zwischen Fuss und Körper; da ergiebt sich als Mittel aus 18 Wägungen von Helix pomatia der verschiedensten Grösse das Verhältniss von 0,199 : 1, bei den kleinsten Thieren aber von 0,15 und 0,183 : 1. Es zeigt sich also, dass der Fuss bei kleinen Individuen in seinem Verhältniss zum Körper leichter ist als bei grossen, also wieder das entgegengesetzte von dem, was wir erwarteten. Und wenn man nun annimmt, wogegen sich schwerlich viel einwenden lässt, dass der Fuss der jungen Schnecke in Beziehung auf die Anzahl und Anordnung der Muskelfasern, des Bindegewebes etc. entsprechend gebaut ist wie der der alten, so kann man allerdings kaum umhin, der locomotorischen Muskulatur der jungen Thiere eine höhere Leistungsfähigkeit zuzusprechen, als der der alten.

Wie bei den kleineren Thieren derselben Art, so ist auch wiederum bei der kleineren Art desselben Genus die Leistungsfähigkeit der einzelnen Welle die höhere, sie fällt bei Helix hortensis (*D*) zwischen 0,0127 und 0,05 und sie muss im Verhältniss zu der der pomatia noch höher geschätzt werden, da das Gewicht des Fusses im Durchschnitt (nach 6 Wägungen) nur 0,17 von dem des Körpers beträgt.

Arion empiricorum und Limax cinereoniger weisen die meisten Wellen auf ihrer Sohle auf, die hohe Anzahl ersetzt die Leistungsfähigkeit der einzelnen, welche tiefer sinkt, als bei einer Gehäuseschnecke.

Will man diese Verhältnisse von der Leistungsfähigkeit der einzelnen Wellen bei den verschiedenen Thieren unter einen einheitlichen Gesichtspunct bringen, so lautet das Gesetz: die Leistungsfähigkeit der einzelnen Welle ist umgekehrt proportional

der Anzahl der zu gleicher Zeit die Sohle bedeckenden Wellen.

Die Rubrik *E* giebt an, wieviel im Maximum bei gewöhnlichem Kriechen in Grammmetern in einer Minute geleistet, emporgeschafft wird. Bei Helix pomatia steigt dieser Werth, wie zu erwarten, mit dem Körpergewicht, doch nicht ganz proportional, sondern so, dass die höhere Leistung wieder den kleineren Thieren zufällt. Das letztere tritt noch viel stärker hervor bei Helix hortensis, wo merkwürdigerweise auf die kleinen Thiere nicht nur die relativ, sondern auch die absolut höchsten Leistungswerthe kommen. Doch zeigt sich dieses Thier im Ganzen als ein zu unruhiger Kriecher (was freilich mit der aus den Zahlen folgenden Agilität stimmen würde), als dass ich auf diese Angaben allzuviel Gewicht legen möchte.

Die Rubrik *F* wird erst weiter unten Verwerthung finden.

Wie stellen sich nun diesen Versuchen diejenigen gegenüber, wo die Schnecke nicht frei dahinkroch, sondern noch eine Last zu schleppen hatte? Selbstverständlich kann hier wohl nur von den Gehäuseschnecken, also von Helix pomatia und hortensis, die Rede sein; denn ich wüsste nicht, wie man bei den Nacktschnecken eine Last anbringen wollte. Das erste, was bei einer Schnecke, welche ein Gewicht trägt, auffällt, ist ihre Verkürzung, die mit dem Gewichte wächst, eine Thatsache, die ich erst später berücksichtige, das zweite ist die erfreuliche Wahrnehmung, dass eine Schnecke mit Last viel anhaltender, angestrengter und gleichmässiger kriecht, als eine freie; sie nimmt die möglichst senkrechte Richtung und steigt regelrecht bis zum oberen Rande des Glases empor; die Last wirkt gewissermassen als ein Reiz auf das Nerven- und mittelbar auf das Muskelsystem, und wir werden später sehen, dass alle Aeusserungen der Nervenwirkung viel schöner an den belasteten Schnecken hervortreten, daher das Mittel der Belastung jedem, welcher die Schneckenmuskulatur studiren will, dringend anzurathen ist. Drittens muss noch auf eine schon berührte Wirkung der Belastung aufmerksam gemacht werden, welche die Vollständigkeit der Versuche allerdings gefährdet. Die Maxima, welche eine Helix pomatia zu tragen vermag, sind oben schon als 73, ja als 100 Gr. angegeben, 50 Gr. werden von den meisten noch fortgezogen (s. d. Tab.) und zwar meistens anfangs schneller, allmälig langsamer, da sich Ermüdung fühlbar macht. Je mehr man sich nun der Grenze der Ermüdung oder der maximalen Last nähert, um so weniger ist die Schnecke im Stande, in der gleichmässigen Action ihrer locomotorischen Muskulatur zu verharren und ihre Wellen ununterbrochen spielen zu lassen. Es wird vielmehr in regelmässigen Pausen die Schale

mit dem Gewichte nachgezogen, und während dieser Pausen ruht die Sohle, die Wellen verschwinden. Man kann in diesem Falle der äussersten Anstrengung natürlich die Wiederholung einer Welle während der Versuchsdauer (*d*) nicht mehr bestimmen und höchstens noch die Anzahl der Wechsel (*W*) zwischen Ruhe und Bewegung beobachten. So ist in der Tabelle unter *B* bei Helix hortensis 8 mit Belastung das *W* zu erklären.

Nun zu den Versuchen selbst! Die Leistung in Grammmetern (*E*), die hier, da der Fuss derselbe bleibt, die Last aber wächst, namentlich zu beachten ist, wird natürlich berechnet nicht aus der Formel $\frac{bf}{100e}$, sondern aus $\frac{b(f + \text{Last})}{100e}$. Da ergiebt sich denn Folgendes:

Ordnet man die belasteten Thiere in eine Reihe mit zunehmender Last, also 1) solche, die weniger als ihr Körpergewicht tragen (Helix pomatia 11), 2) solche, bei denen die Last gleich ist ihrem Gewicht (pomatia 7), 3) solche, die $^5/_4$ ihres Gewichts tragen (pomatia 16, 17), 4) solche, die ihr doppeltes Gewicht tragen (pomatia 4, 8, 29), 5) solche, die das 3—4fache (pomatia 10, 12, 13, 16, 23, 24), 6) solche, die das 7fache (hortensis 2), 7) solche, die das 8fache (pomatia 1, in der Tabelle nicht mit verzeichnet) und 8) solche, die das 9fache tragen (hortensis 8) und vergleicht man ihre verschiedenen Werthe mit denselben von den freien Thieren, so sinkt der zurückgelegte Weg (*A*) allmälig bis auf $^1/_8$ herab, da ja natürlich die erhöhte Last auch bei gesteigerter Leistung nur langsamer fortgeschafft werden kann, die Geschwindigkeit der einzelnen Welle (*B*), die gesammte Wellenkraft (*C*) sinken in allerdings z. Th. ansteigender Curve auf $^2|_3$, Unregelmässigkeiten, welche aus der erwähnten Verkürzung der Körperlänge (*a*) zu erklären sind, die Leistung der einzelnen Welle (*D*) steigert sich bald etwas, bald bleibt sie dieselbe, bald sinkt sie, und diese Verschiedenheiten haben ihren Grund hauptsächlich in der meist steigenden Wellenanzahl, die, obgleich eigentlich constant, doch wächst durch die lebhaftere Betheiligung und festere Anheftung des Fussendes, das bei der freien Schnecke oft dem Glase gar nicht anliegt; die Werthe endlich der Gesammtleistung (*E*) steigern sich sämmtlich bedeutend bis zu dem 6fachen in folgender Reihe: $^{10}/_7$, $^9/_5$, $^8/_5$, $^9/_5$, 2—3, 6, 2, $^{15}/_{13}$. Das letzte Ergebniss ist wohl das wichtigste, da es die eigentliche Leistungsfähigkeit der locomotorischen Muskulatur ausdrückt. Es zeigt zunächst deutlich, dass, wie ich oben hervorhob, durch die Belastung die Muskel- (und Nerven-) Thätigkeit sehr erheblich gesteigert wird, und zwar in der Weise, dass die Schnecke bei der 3—8fachen Last

ihres Körpergewichtes mit ihrer locomotorischen Muskulatur das doppelte der gewöhnlichen Thätigkeit leistet, während allerdings eine noch höhere Belastung, eine Ueberlastung, die Thätigkeit wiederum hemmt und schliesslich bis auf 0 herabdrückt. (Auf die 6fache Leistung, die bei 7facher Belastung von Helix hortensis erzielt wurde, ist nichts zu geben, da das freie Thier nach der Tabelle sehr träge kroch.) Es zeigt sich ferner, dass wiederum die kleineren Thiere und Arten die stärkste Belastung zu bewältigen vermögen, denn 6, 7 und 8 beziehen sich auf Helix hortensis und die kleinste pomatia. Für die grösseren Weinbergschnecken habe ich schon angeführt, dass ein Thier von 16,5 Gr. bei 73 Gr. Belastung noch eben sehr langsam kroch, während ein anderes von 12,7 Gr. bei 100 Gr. sich nur noch ein Weilchen am Glase halten konnte, in seiner Bewegung aber längst auf 0 reducirt war.

Fassen wir schliesslich die Resultate des vorstehenden Abschnittes zusammen, so dürften dieses die Hauptsachen sein:

1) Die locomotorischen Wellen sind um so wirksamer, je kleiner das Thier, sei es als Individuum einer Art oder als Art eines Geschlechts, wirksamer in Beziehung sowohl auf die Geschwindigkeit des Thieres, als auf die Fortschaffung von Lasten, Beseitigung von Hindernissen und dergl.

2) Eine mittlere Wellengeschwindigkeit von 30—40 Cm. in der Minute hat den grössten Erfolg; eine grössere (Ueberhastung) schwächt denselben.

3) Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Wellen ist umgekehrt proportional der Wellenanzahl.

4) Die Wellen können bei der freien nicht belasteten Schnecke nie ihre ganze Leistungsfähigkeit beweisen, denn es ist der Schnecke nicht vergönnt, über eine gewisse Geschwindigkeit trotz allen Anstrengungen hinauszugehen, diese dürfte für Helix pomatia 8, für hortensis 9 Cm. sein bei senkrecht aufsteigender Bewegung; wohl aber kann die Leistung gesteigert werden bei Belastung und zwar so, dass kleine Thiere die 8- bis 9fache, grössere die 4- bis 5fache Last überwinden, wobei die Geschwindigkeit in der Weise vermindert wird, dass die Gesammtleistung in der gleichen Zeit dem doppelten und dreifachen von der der freien Schnecke gleichkommt.

Der dritte Punct ist für die kleinen Schnecken von besonderer Wichtigkeit, denn eine kleine Helix pomatia hat einige Wellen weniger auf der Sohle, als eine grosse; noch geringer ist die Anzahl bei hortensis, und ähnlich verhält es sich bei Limax agrestis gegenüber dem cinereoniger.

Die Beschränkung der Geschwindigkeit, d. h. die Unmöglichkeit, bei gewöhnlicher Bewegung jemals die ganze locomotorische Kraft aufzuwenden, erklärt wohl die in der Literatur mannigfach niedergelegten Beispiele von einer lange anhaltenden gleichmässigen Kriechbewegung der Schnecken, ohne dass Ermüdung einträte. Die Möglichkeit umgekehrt, bei Belastung die Leistung der locomotorischen Muskulatur um ein bedeutendes zu steigern, kommt, glaube ich, den Schnecken besonders zu gute, wenn sie, wie häufig, in Laub und Erdspalten umherkriechen, oder wenn sie beim Erwachen aus dem Winterschlafe von Gerölle überschüttet sind (wie es bei Helix pomatia, die sich so gern auf bröckligem Kalkboden aufhält, namentlich oft vorkommen mag), ganz besonders aber wohl bei dem so schwierigen Geschäft der Eierbergung, wo die weiche Sohle ein mehrere Zoll tiefes Loch zu bohren und zu glätten hat.

II. Wesen und Wirkung der willkürlichen Muskulatur.

a) Welche Muskelfasern sind die Träger der Locomotion? Da sich die meisten Versuche der Tabelle auf Helix pomatia bezogen, so muss vor allem gefragt werden: welche Muskelfasern ihres Fusses sind es, auf welche die locomotorische Thätigkeit zurückzuführen ist? Um das zu eruiren, betrachten wir zunächst die Thätigkeit selbst, sowie die durch sie hervorgerufenen Veränderungen des Fusses. Die Schnecke komme also aus ihrer Schale heraus! Dies bewerkstelligt sie durch eine doppelte Function, erstens und hauptsächlich dadurch, dass sich die Cirkelmuskeln der Haut, wie allgemein angenommen wird, von hinten nach vorn zusammenziehen, dadurch das Blut der Leibeshöhle gegen den vorderen Körperpol treiben und diesen ausstülpen, zweitens dadurch, dass vor oder zu Beginn der ersteren Function die Athmung anfängt, also die Lungenhöhle sich öffnet, um Luft einzusaugen und die daraus folgende Volumzunahme des Körpers und den entstandenen leeren Raum zu ersetzen. Solches wird ermöglicht durch das bekannte Fenster der Schleimschliesshaut; denn wenn die Schnecke bei trockener Witterung sich mittelst einer das Gehäuse verschliessenden Schleimschicht an einen Baum anheftet, so bleibt an der der Lungenöffnung entsprechenden Stelle eine bekannte Lücke zum Durchstreichen der Luft, gestützt durch einen kalkigen weisslichen Ring in der erhärteten Schleimhaut, der auf eine erhöhte Kalksecretion in der Umgebung der Lungenöffnung hinweist. Ist auf diese vielleicht noch discutable Weise das Thier aus der Schale herausgekommen, so bewegt es den Vorderkörper durch die verschiedensten Combinationen des Hautmuskelgeflechtes nach allen Seiten, bis der ausgestreckte

Ommatophor an irgend einen Gegenstand anstösst und, falls dieser unbeweglich bleibt, des Fusses Vorderende daran sich anlegt. Sowie das geschehen ist, beginnt die Action der locomotorischen Muskulatur, die bis dahin schlummerte, d. h. das Spiel der von hinten nach vorn über die Sohle gleitenden erhabenen Wellen, die erste, vorderste Muskelwelle trifft den Gegenstand und drückt sich und das vordere Körperende gegen ihn an, die nächstfolgende den nächsten Fusstheil, und indem jedesmal die nächste Welle mit ihrem erhabenen Gipfel einen neuen Berührungs- und Anheftungspunct liefert, wird bald die ganze Sohle an den Gegenstand, in meinen Versuchen an das Glas, geheftet, so dass der Fuss in toto anliegt. Hier heben meine Zählungen an. Freilich muss da bemerkt werden, dass bei der gewöhnlichen Thätigkeit das Fussende häufig ein wenig vom Glase absteht und der Adhäsion ermangelt, entsprechend der oben angegebenen Regel, dass die Intensität und Färbung der Wellen zunimmt mit der Annäherung an den vorderen Körperpol. Das Hinterende der Sohle tritt meist erst in volle Action bei erhöhten Reizen, d. h. bei Belastung; und daraus, dass erst dann in vielen Fällen die zählbaren, d. h. dem Glase anliegenden Wellen des Schwanzendes bei den Versuchen in Betracht kommen, erklärte ich oben einige Unregelmässigkeiten der aus der Wellenanzahl entspringenden Resultate bei Belastungsangaben. Etwas auffallender noch wird das Zurücktreten des hinteren Körperendes bei der Locomotion, wenn man die Schnecke horizontal (auf der Bank) kriechen lässt; dann bleibt meist ein grösserer Theil des Fusses von der Kriechfläche entfernt, und zwar in einer regelmässig nach hinten aufsteigenden Curve, so dass das Hinterende am meisten vom Boden absteht. Liegt nun so die Schnecke in ihrer totalen oder fast totalen Länge dem Glase an, so erfolgt eine continuirliche Wellenbewegung, zusammen mit einem gleichmässigen Fortschreiten. Dabei fällt es aber auf, dass der Körper des Thieres nicht auf seiner ursprünglichen Länge bleibt, sondern sich ausdehnt, so dass also das Vorderende anfangs schneller fortschreitet als das Hinterende. Dies geschieht, bis die Körperlänge ein gewisses, für jedes Individuum verschiedenes Maximum erreicht hat, auf dem sie dann bei der weitergehenden gleichmässigen Kriechbewegung verbleibt. Um nun einerseits die Kraft oder die Muskulatur, welche einer weiteren Ausdehnung entgegenwirkt, kennen zu lernen, und um zu erfahren, worauf andrerseits die Ausdehnung beruht oder wenigstens, worauf sie nicht beruht, ist ein erhöhter Reiz, ist Belastung nöthig, und zwar eine ziemlich hohe Belastung, welche es, wie man es auslegen will, entweder dem Nervensysteme nicht mehr gestattet, gleichmässig auf beiderlei Muskulatur zu wirken, oder der ver-

schiedenen Muskulatur, gleichzeitig thätig zu sein. Auf dieser hohen Belastung beruhen die Abwechslungen zwischen der Thätigkeit der locomotorischen Muskulatur und ihrer Ruhe, welche ich oben erwähnte (*W* der Tabelle). Wie ich schon sagte, hat jede Belastung eine Verkürzung des Fusses zur Folge und mit der Verkürzung eine Verbreiterung, welche ungefähr denselben Flächeninhalt erzeugen mag; um ein Beispiel anzuführen, war die letzte Helix pomatia (Nr. 29) frei kriechend im Maximum 8,8 Cm. lang und 2,2 Cm. breit, und bei Belastung von 50 Gr. 6,1 Cm. lang und 3 Cm. breit, was, die Form der Schneckensohle ungefähr als rechteckig angenommen, in jedem Falle 18,3 □ Cm. Fläche ergiebt. Das beweist wohl, dass in der Sohle im Allgemeinen keine Aenderung stattfindet, sondern höchstens eine Umlagerung der Elemente. Bei einer so hohen Belastung geschieht nun die Kriechbewegung folgendermassen: Während der Wellenbewegung wird das Thier, ohne merkliche Veränderung der Sohlenumrisse vorwärts geschoben unter Verlängerung von 2—3 Mm., darauf nimmt die Wellenintensität ab, oder sie hört, wenn wir uns der Ermüdungsgrenze nähern, vollständig auf. Während dieser Pause der locomotorischen Muskulatur wird die inzwischen gesunkene Schale nachgezogen und gehoben; dabei aber findet eine Verkürzung des Thieres um einige Mm. statt in der Weise, dass der vordere Fussrand fixirt bleibt und der hintere herangezogen wird. Dieselbe Muskulatur also, welche das beim Kriechen zurückgesunkene Gehäuse nachschleppt und dem Kopfe nähert, bewirkt, wenn wir uns nicht in einem Trugschlusse »cum hoc, ergo propter hoc« befinden, die Verkürzung der Sohle; oder zum mindesten, soviel ist sicher, kann sie nicht der Träger der Locomotion sein. Das giebt schon einen recht wichtigen Anhalt für die Zergliederung der Sohle.

Einen zweiten findet man auf anderem Wege. Die Locomotion geht nie ohne Verlängerung der Sohle von statten, es sei denn, dass bei freier Kriechbewegung das Maximum schon erreicht wäre. Wer nur einigermassen die Histologie des Schneckenfusses kennt, weiss, dass er aus einem Muskelfasergeflecht besteht von allen möglichen Richtungen, horizontalen Längs- und Querfasern, aus senkrechten, sowie aus horizontalen und geneigten Schrägfasern. Welche von diesen bewirken nun die Verlängerung des Fusses? Lassen wir einmal die letzte Kategorie, die Schrägfasern, weg, da sie nachher ihre sehr deutliche Erklärung finden, so handelt es sich blos noch darum, ob die Verlängerung herkommt entweder — und das würde der gewöhnlichen Wirkung eines Wurmes etwa entsprechen — durch Contraction oder Verkürzung der Querfasern oder — und damit treten wir an den Kern

der Sache heran — durch Verlängerung oder Extension der Längsfasern. Der erste Modus, die Verlängerung der Sohle durch Contraction der Querfasern, wird das von den bisherigen Untersuchern als selbstverständlich angenommene sein. Doch wirft dagegen die Beobachtung der kriechenden Schnecke erhebliche Bedenken auf. Da zeigen sich denn erstens die Streifen häufig gebogen, während doch die Contraction eine möglichst gerade Linie hervorrufen würde. Die Biegung lässt, wenn vorhanden, die seitlichen Ränder der Wellen, sowie die Mitte ein wenig zurückbleiben, während in der Mitte jeder Fusshälfte ein nach vorn convexer Bogen die Wellenform bezeichnet. Zweitens hätte der Rhythmus der Contraction etwas sehr auffälliges; es würde nämlich eine Quermuskelgruppe plötzlich gleichzeitig in ihrer ganzen Länge sich contrahiren, dann aber eine Zeit lang ruhen, bis die nächste Welle an ihre Stelle kommt; es wäre das etwas dem Herzschlage analoges, was wohl an und für sich durch die unausgesetzte Regelmässigkeit seiner Wiederholung schon auffiele, was aber ganz ausgeschlossen wird durch den dritten Punct; der betrifft die Wellenbreite von der linken Körperseite zur rechten. Die dunkeln Wellen müssten ja, wenn sie auf Contraction der Quermuskeln beruhten, schmäler werden als die Sohle, oder bei Arion und Limax als das mittlere, helle Sohlendrittel. Statt dessen werden sie nicht selten ein wenig breiter. Die Schwierigkeit wächst noch in Anbetracht der Belastungsversuche. Da werden ja die Wellen mit dem Fusse viel breiter, die Quermuskeln müssten sich also entweder colossal verlängern und dehnen, was der Verkürzung contraponirt, oder sie müssten sich in sonderbarer Weise verschieben. Zudem würden sie gerade dann, wenn sie auf erhöhten Reiz ihre Thätigkeit steigern, nach Massgabe der Beobachtungen am häufigsten im Bogen verlaufen. Man sieht also, dass sich die Wellen und die durch sie erfolgende Sohlenverlängerung schwerlich auf Contraction der Quermuskeln wird setzen lassen; es bleibt, scheint mir, nur eine Möglichkeit der Interpretation, d. i. Verlängerung, Extension der Längsmuskulatur. Und hiermit gehe ich an die Zergliederung der Sohle.

Die Sohle besteht im Wesentlichen aus dem Epithel mit vielen Drüsen, aus der Fussdrüse, aus Bindegewebe und massenhaften Muskelfasern. Das Epithel ist von zweierlei Form. Die seitliche Fusshaut hat dieselben einschichtigen Epithel-Becherzellen und Drüsen, wie die übrige Leibeshaut; die untere Fläche hat dagegen eine äussere Schicht, welche schon durch ihre Farbe und Glätte auffällt; sie ist sehr gleichmässig graubraun und in der Mittellinie am dicksten, nach den Seiten hin an Dicke sehr beträchtlich abnehmend. Solches erkennt man am

besten, wenn man eine Schnecke in kaltem Wasser langsam erstickt und den Fuss der aufgequollenen quer durchschneidet. Mikroskopische Schnitte zeigen ein recht auffallendes Epithel, ein mehrschichtiges Cylinderepithel; dabei fehlt eine jede feste Grenzlinie, wie man sie sonst bei Schneckenhaut sieht. Zahlreiche, dichtgedrängte, zur Haut senkrechte Muskelfasern dringen mit ihren spindelförmigen Enden zwischen die Epithelzellen ein, und ich habe nicht festgestellt, ob sie, was ich fast vermuthe, geradezu mit ihnen zusammenhängen. Dieses Epithel scheint mir keine Becherzellen zu haben, wohl aber eine besondere Drüsenform, nämlich verzweigte Schläuche, am ähnlichsten noch nach dem Dunkel ihres Inhaltes den Kalk- und Farbdrüsen, wie sie am genauesten Leydig beschrieben hat (die Hautdecke und Schale der Gastropoden. Berlin 1876. Fig. 31 und 43 *c*). Der Inhalt ist an entkalkten Thieren von besonderer Farbe, nämlich grau —, bei dickeren Schnitten und grösseren Drüsen schwarzbraun, feinkörnig, und ich glaube, dass das Colorit des Sohlenepithels lediglich aus dem Inhalte dieser Drüsen herzuleiten ist. — Von der langen Fussdrüse habe ich schon oben erwähnt, dass namentlich in der vorderen Hälfte bei Helix der Boden viel massiger, kalkiger und weisser ist, als die zarte Decke. Schnitte zeigen den erstern vielfach tief eingeschnitten und buchtig. Die Präparation ergiebt schon für das freie Auge, dass als oberste Muskellage der Sohle eine feine Querfaserschicht über der Drüse liegt, welche offenbar lediglich der Entleerung dient, indem ihre Contraction Verengerung des Drüsenlumens bewirkt. So bekannt als wichtig ist der makroskopische Verlauf der Elemente des Musculus columellaris. Ich nehme aus die vordersten Bündel, welche theils als Retractoren in die Antennen eintreten, theils unter dem Pharynx, diesen unten umfassend, am vorderen Körperpole sich ansetzen und ihn bei jedem Zurückziehen in die Schale am weitesten hereinholen. Der übrige Theil ist bilateral angelegt und in starke Bündel gespalten, welche gleichmässig auf beiden Seiten der Drüse in zwei Längsreihen in die Sohle eindringen, wo ihre Faserrichtung dem freien Auge schwerlich mehr erkennbar ist, mit Ausnahme der beiden vordersten. Deren Fasern, wenigstens die oberen, bilden die nächste Schicht unter der Leibeshöhlenauskleidung, sind also vom Cavum aus sehr wohl zu verfolgen. Da findet denn eine Kreuzung der Richtungen statt, so dass die Fasern im Bogen nach vorn laufen und nach der Kreuzung ungefähr zu einer Ellipse sich wieder zusammenschliessen. Die Eintrittsstelle der Columellarbündel in die Sohle umfasst etwa deren zwei vorderste Drittel, wobei das letzte Bündel, umgekehrt wie das erste, im Allgemeinen seine Fasern mehr nach hinten zu wenden scheint. Drei Fünf-

tel der Sohle kommen ungefähr, von vorn gerechnet, auf den Fuss bis zur hinteren Begrenzung der Leibeshöhle, die beiden letzten Fünftel bilden den vollkommen massiven Sohlentheil, welcher rings von Haut umschlossen ist. Ich habe früher den Musc. columellaris als eine Ablösung der inneren Hautmuskulatur betrachtet; dementsprechend hat man auch die äussere seitliche Muskulatur der Haut zu ihm hinzuzurechnen und mag immerhin annehmen, was sich hinten am eclatantesten bethätigt, dass auch das Hautmuskelgeflecht, an der Spindel grösstentheils seinen Ursprung nehmend, wie allerlei anderen Hautverbiegungen, so namentlich auch der Einziehung der Schnecke ins Haus dient. Der weitere Verlauf der Muskelfasern muss an Schnitten studirt werden.

Horizontale Längsschnitte aus losgelösten Sohlen, die in Alkohol absol. erhärtet, mit Pikrinnitrat gefärbt und in Terpentin geklärt sind, zeigen im Allgemeinen die drei Muskelsorten, die ich oben anführte, nämlich zwei unter 45° sich kreuzende Systeme, von denen jedes aus auf einander senkrechten Fasern besteht; also Längs- und Querfasern bilden das eine System, das andere die Schrägfasern, welche von hinten links nach vorn rechts und von hinten rechts nach vorn links ziehen. Manchmal, namentlich in der Fusslängsmitte, wo die Fasern sich näher zu Bündeln gruppiren, entstehen Bilder, die dem Rohrgeflecht eines Stuhles durchaus gleichen; meistens allerdings sind die Bündel zu ungleich, die Fasern zu verzerrt und ihre Richtungen vom strengen Plane zu sehr abweichend, vor allem aber die eine oder andere Richtung zu sehr im Uebergewicht, um das regelmässige Bild aufkommen zu lassen. So verhält es sich zunächst im Schwanzende, wo namentlich in den Seitentheilen bei Längsschnitten aus mittlerer Höhe oder der Sohle nahe die Ordnung aufhört, während nach der Mitte jedoch die Bündel von Längsfasern prävaliren, entsprechend der Wellenbreite, die ja auch hier am geringsten. Je weiter nach vorn die Schnitte genommen sind, um so regelmässiger werden die Bilder, alle Muskelfasern gruppiren sich mehr zu Bündeln und bringen den Anschein des Rohrstuhlgeflechts deutlicher und deutlicher hervor; doch überwiegen immer die Längsmuskeln, welche namentlich bis an die seitlichen Ränder dieses Vorrecht behalten, der Wellenverbreiterung correspondirend, wenn sie dabei auch nicht immer ganz scharf die Längsrichtung einhalten, sondern sie unter sehr spitzem Winkel kreuzen.

Verticale Längsschnitte ändern ab je nach der Entfernung vom vorderen oder hinteren Körperpol, sowie nach der Lage in der Fussmitte oder an seinem seitlichen Rande. Ausserdem kommen in diesen Schnitten neue Fasern zum Vorschein, nämlich Bogenfasern,

welche unter der Haut von Papille zu Papille sich um die diese Erhöhungen trennende Vertiefung herum winden und gegenseitige Annäherung derselben, also Hautcontraction bewirken. Die Haut wird neben ihnen, namentlich an der Sohle, nach Zeugniss dieser Schnitte noch der Ansatzpunct für zahlreiche zu ihr senkrechte Muskelfasern, von denen ich schon sagte, dass sie hauptsächlich zwischen das mehrschichtige Epithel der Sohle eindringen. Sie sind im Allgemeinen die feinsten unter den Fussmuskelfasern. Ein gleicher Schnitt aus der Mitte des Fusses am Hinterende zeigt neben diesen beiden besonderen Muskelgruppen im Allgemeinen das Rohrstuhlgeflecht, noch nicht ganz scharf entwickelt. Darin überwiegen die Längsfasern nicht durchweg, sondern oben und unten, während sie in der mittleren Höhe fast gänzlich vermisst werden; zumal die obere Lage der Längsmuskelbündel zeichnet sich vor den übrigen aus durch Glanz, Stärke, Faseranzahl und kräftige Farbe, in so auffallender Weise, dass nur noch die oberste Muskulatur unter der Fussdrüse sich mit ihnen messen kann (s. u.). Bei den seitlichen Schnitten aus derselben Körperregion verwischt sich der Unterschied zwischen oberer und unterer Längslage, sie gehen in einander über, die obere Muskulatur verliert an Stärke. Geht man mit den verticalen Längsschnitten weiter nach vorn in die Fussmitte, so dass der Fussdrüsenboden den oberen Schnittrand bildet, so sind wohl die auf- und absteigenden Schrägmuskeln vorhanden, sowie die feinsten senkrechten, welche in die Sohlenhaut gehen, aber die Längsmuskulatur überwiegt doch sehr erheblich und zwar um so mehr, je mehr wir uns dem Sohlenepithel nähern, in dessen Nachbarschaft sehr starke Längsbündel in dichter Anordnung hinziehen. Eine merkwürdige Abweichung erleiden die unter dem Fussdrüsenboden. Hier nämlich finden sich die allerkräftigsten, stärksten und faserreichsten Muskelbündel der ganzen Sohle, die anderen Kategorieen beinahe ausschliessend. Ihre Richtung ist die, dass sie, von der Längsmuskulatur ausgehend, nach vorn und oben sich aufbäumen, wohl ziemlich bis zur senkrechten Lage, etwa 70°. Diese kräftigen Bündel zeigen auf ihrer Schnittfläche ganz ausgezeichnet die Zusammensetzung aus einzelnen Fasern. Sie finden ihre Endigungen in den Epithelerhebungen des Fussdrüsenbodens. Sie erreichen ihre höchste Entwickelung in der Mitte des Fusses, also mehr nach dem Ende der Drüse zu; nach vorn überwiegen unter der Drüse die Längsfasern, namentlich auch dadurch, dass sie allein es sind, welche durch eine strengere Parallelität in die Augen fallen. Die verticalen Längsschnitte aus den Seitentheilen bleiben sich im ganzen gleich, es treten in ihnen die feinen senkrechten Fasern in grosser Dichte hervor, ihre Feinheit lässt sie aber ganz zu-

zücktreten gegen die übrigen Richtungen, namentlich gegen die Längsmuskeln.

Auf verticalen Querschnitten endlich zeigt sich, dass die Muskelquerschnitte, also die Längsfasern, viel dichter die Lücken ausfüllen, als die entsprechenden in den anderen Schnitten. Hat man ferner einen solchen Schnitt durch die ganze Sohle bis zum Eintritt eines Retractorbündels geführt, so sieht man, dass dessen Fasern in den mannigfachsten Richtungen in die Sohle ausstrahlen, ja dass sie z. Th., wie ich's bestimmt verfolgt, in völlig horizontale Richtung übergehen, daher man die Querfasern wohl zum grossen Theil auf Retractorfasern zu beziehen hat.

Die gesammte Muskelfaseranordnung im Helixfusse ist also im ganzen diese: Es finden sich Muskelfasern von allen Richtungen, doch überwiegt überall die Längsmuskulatur, wenigstens in der unteren Hälfte, dem Epithel nahe; die Längsfasern biegen unter der Drüse nach vorn und oben um in die Zotten des Drüsenbodens. Von dieser Längsmuskulatur ist eine zweite, höchst kräftige, sehr wohl zu unterscheiden, die nämlich in den oberen Regionen der Längsmitte des Schwanzes; endlich kommen noch zu den geraden Richtungen Bogenfasern von Hautpapille zu Hautpapille, welche uns nicht weiter interessiren.

Welche von diesen verschiedenen Fasern dienen nun der Locomotion? d. h. welche von ihnen bewirken die Verlängerung, die Extension der Sohle? Die Retractorfasern und ihre Derivate können es nicht sein; sie wirken, wie wir sahen, durch Contraction, wie solche ja am Retractor der Antennen blitzschnell eintritt; ihre Action ist an der Sohle Verkürzung. Von den Retractorbündeln werden sich aber bei weitem die meisten der Schräg- und Querfasern ableiten lassen. In das Schwanzende freilich dringen die Retractorbündel nicht ein; die schrägen und senkrechten Fasern also, die hier vorkommen, werden von oben nach unten, von Haut zu Haut ziehen; doch kann ihre Wirksamkeit, da sie sich in continuo an die gleichen Richtungen der Fussmitte anschliessen, von diesen schwerlich verschieden sein. Dass die Retractorbündel geradezu in die horizontale Quer- und in alle möglichen schrägen Richtungen ausstrahlen, habe ich schon bemerkt als sicher von mir beobachtet. Nun mögen allerdings ebensoviele Schräg- und Querfasern, der häufigen Kürze der Muskelelemente in der Schneckensohle gemäss, an ihrem Orte in der Sohle selbst entstehen und aufhören, so dass sie nicht auf den Retractor im eigentlichen Sinne bezogen werden können, oder es mögen andere von der seitlichen Haut her eindringen und so zum allgemeinen Hautmuskelschlauche gehören; alle diese werden aber unter denselben Gesichts-

punct fallen, wie die Schräg- und Querfasern des Schwanzes, man kann unmöglich annehmen, dass von einem Muskelgewirre nach den verschiedensten Richtungen Fasern aus allen Richtungen eine Wirkungsweise, nämlich Contraction, haben und andere von denselben Richtungen gerade die entgegengesetzte, nämlich Extension, man kann das um so weniger, wenn man den Modus der Kriechbewegung ins Auge fasst bei einer Belastung, welche noch nicht zur wirklichen Unterbrechung der Wellen führt. Hier wird von Zeit zu Zeit die Schale durch Retractoraction nachgezogen und dabei die Sohle hinten verkürzt, während die fortwirkenden Wellen sie vorn ununterbrochen verlängern und fortschieben. Diese entgegengesetzten Wirkungsweisen können nicht verschiedenen Elementen aus den Schräg- und Quermuskeln übertragen werden, da deren gleichzeitige Thätigkeit nur sich gegenseitig aufheben, nicht aber die eine neben der andern fortgehen könnte. Es bleiben also zur Erklärung der Sohlenverlängerung nur noch die Längsfasern übrig; und da fragt sich's, ob die auch auf den Retractor bezogen werden können. Ich habe von dem vordersten Retractorbündel gesagt, dass seine Fasern unmittelbar an der Leibeshöhle in die horizontale Richtung übergehen und sich kreuzen; je weiter man nach hinten geht, um so weniger scheinen die Fasern nach makroskopischem Ermessen in die horizontale Längsrichtung abzubiegen, und auch die Elemente jenes vordersten Bündels würden immerhin erst zu den horizontalen Schrägfasern gehören. Auch auf Schnitten habe ich nirgends die Retractorfasern in die Längsrichtung abbiegen sehen; ganz unwahrscheinlich wäre eine solche Ableitung für die dichten und geraden Längsfaserbündel unter der ganzen Drüsenlänge; und überhaupt spricht schon der Umstand, dass die Längsfaserbündel durch die Constanz ihrer Richtung vor allen andern sich auszeichnen, sehr dafür, dass sie eine selbständig eingelagerte Muskulatur sind; diese muss nun die Verlängerung der Sohle bewirken, und das kann dann nur geschehen durch Verlängerung, durch Extension nicht nur der Sohle überhaupt, sondern der einzelnen Faserelemente selbst. Wir bekommen also eine Faser, deren Thätigkeit der der gewöhnlichen, bisher bekannten Muskelfasern gerade entgegengesetzt ist, eine extensile Faser gegenüber der contractilen. Diese extensilen Fasern sind bei Helix dem Hautmuskelschlauche eingeordnet in der unteren Hälfte der Sohle, und zwar in der ganzen Breite, hinten die Seitentheile freilassend; schon diese Coincidenz zwischen der Anordnung dieser Fasern und der Wellenbreite deutet bestimmt auf einen Causalnexus zwischen beiden hin. Von dieser Längsmuskulatur aber muss endlich eine andere nach ihrer Wirksamkeit unterschieden werden,

das sind jene kräftigen Muskelfasern in der oberen Region unter der Haut des Schwanzes. Schon ihre locale Trennung von der untern lässt Zweifel an der Zusammengehörigkeit aufkommen; und wenn ich den Retractor als eine Loslösung von Hautmuskelbündeln oben und früher betrachtet habe, so ist zu vermuthen, dass die Wirksamkeit dieses Muskels da, wo er sich nicht losgelöst hat, bei der Haut verblieben ist; er nimmt jedoch blos die vordere Körperhälfte ein, und daher glaube ich, dass die hintere obere Längsmuskulatur das Analogon des Retractors an diesem Körperpole ist und dessen möglichste Annäherung an die Spindel durch Contraction bei der Einziehung des Thieres in die Schale bezweckt. Diese Muskulatur gehört also zu der gewöhnlichen der Haut und des Retractors.

Wenn es nun so bei Helix sich mit ziemlicher Bestimmtheit nachweisen lässt, dass die Längsmuskulatur Träger der locomotorischen Wellen ist und dass ihre Action auf Verlängerung der Fasern beruht, so gelingt eine solche Beweisführung noch viel sicherer bei den anderen Geschlechtern, welche ich untersuchte, Limax und Arion. Ich erwähne zunächst ein Experiment mit Limax cinereoniger. Bei ihm kann die weisse Sohle, welche die Wellen erzeugt, muldenförmig eingezogen werden, sie ist gewissermassen ein flüssiger Canal, der unten in den Fuss eingefügt ist; sein Inhalt fluctuirt ausserordentlich leicht hin und her, so lange die Schnecke nirgends anhaftet und keine Kriechbewegungen macht; man kommt gar zu leicht auf die Vermuthung, dass eine continuirliche, reine Flüssigkeit hier den subcutanen Raum erfüllen möchte. Da aber ganz flache Hautschnitte an dieser Stelle kein Fluidum austreten lassen, so liegt die Täuschung auf der Hand. Legt man nun die Schnecke mit der Sohle auf das Glas, so streckt sie sich wohl ein wenig, ohne zu kriechen, haftet auch an, lässt aber häufig genug die ruhende weisse Sohle eingesunken, also vom Glase abstehend. Hält man nun die Glasplatte senkrecht, so ist die Adhäsion so schwach, dass das Thier allmälig abwärts gleitet und das so lange, bis die Wellen beginnen, die weisse Sohle dem Glase andrücken und die Schnecke nach oben fortschieben; schon das Anhaften eines ganz geringen Theiles des Mittelfusses genügt, um die Rutschbewegung zu sistiren und die entgegengesetzte zu bewirken. Es ist aber hier bis zur Evidenz klar, dass die weisse Sohle und ihre Wellen, ähnlich wie ich es oben von der Helix schilderte, starke Adhäsion und Locomotion hervorrufen.

Den schärfsten anatomischen Beweis, welche Muskelelemente die locomotorischen seien, liefert Arion. Wird das Thier geöffnet und die Sohle von der Leibeshöhle aus angeschaut, so sieht man auf jeder Seite

der Fussdrüse je ein mächtiges Längsmuskelpolster, das etwa der Grenze zwischen der locomotorischen Sohlenmitte und der seitlichen Haut entspricht. Jedes dieser Polster ist vorn am stärksten aus der übrigen Haut gesondert und hat ein Aussehen, welches es von aller mir bekannten Schneckenmuskulatur wohl unterscheidet; es erscheint nicht, wie diese überall, weisslich und ziemlich undurchsichtig durch Bindegewebe, Kalk, Faserkreuzung, sondern weisslich gelb und stark transparent, etwa wie die allerdings bläulichen Muskeln des Krebses. Schon dem makroskopischen Bilde nach scheint es durchaus aus Längsfasern zu bestehen. Die Eigenthümlichkeit dieser Muskelpolster lässt sie bis nach aussen durchscheinen, denn man sieht an der kriechenden Schnecke (Fig. 4) in der vorderen Hälfte zwischen der hellen Fussmitte und der dunkler pigmentirten seitlichen Haut zwei verwaschene Längsstreifen von der bräunlichen Färbung der Wellen. — Horizontale Längsschnitte ergeben nun zur Seite der Drüse in den dicken Polstern ein deutliches Rohrstuhlgeflecht, doch so, dass durchaus die Längsmuskelbündel prävaliren. Sie scheinen sich häufig unter sehr spitzem Winkel zu kreuzen, so dass hier noch die meisten Schrägfasern zur Längsmuskulatur gehören werden. Auch unter der Drüse in der Mitte überwiegen die Längsmuskeln. Verticale Längsschnitte zeigen im Schwanzende ziemlich unregelmässige Verhältnisse, allerlei Kreuzungen, wobei wiederum die Längsfasern stärker hervortreten. Schneidet man ebenso am Vorderende zur Seite der Drüse in das transparente Fleisch, so hat man auf dünnen Schnitten sehr schöne Längsbündel, die meist um ihre eigene Dicke oder etwas mehr von einander abstehen, mit vielen Kreuz- und Querfasern; je dicker der Schnitt, um so mehr erhält man den Eindruck einer echten Längsmuskulatur, und um so mehr verschwinden die übrigen eingeschalteten Muskeln.

Bei Limax cinereoniger überwiegen ebenfalls in horizontalen Längsschnitten in der weissen Sohle, die von einem sehr zarten Epithel bekleidet wird, die Längsmuskeln, die in weniger starken Bündeln mit Zwischenräumen geordnet sind; diese eigentliche locomotorische Muskulatur scheint nur einen geringen Raum über dem Epithel einzunehmen; denn wenn auch sonst in der ganzen Sohle (auch in der schwarzen) allerlei Längsmuskelbündel vorkommen, so fehlt ihnen doch die Dichtigkeit und Regelmässigkeit in der Anordnung, die jene haben; und noch bestimmter wird diese Behauptung durch den Umstand, dass man in der Mitte der weissen Sohle als dunkleren Streifen den Blutsinus, welcher noch in der unteren Hälfte des Fusses verläuft, durchscheinen sieht. Dieser Sinus erscheint dunkler, weil er durchsichtig ist, also tiefer in den Fuss hinein zu sehen gestattet, als bis

zu dem weissen Bindegewebe seiner Wand und Umgebung. Dass aber diese überhaupt sichtbar, wird nur ermöglicht durch die ausserordentliche Klarheit der locomotorischen Muskulatur, und von dieser sieht man nun, dass sie ein breites, aber sehr dünnes Band bildet, dessen Hintergrund eben das Bindegewebe und der Sinus ist.

Endlich bemerke ich hier noch, dass auch bei Limax agrestis frische Präparate aus der Sohle im Wesentlichen aus Längsfasern zu bestehen scheinen.

b) Wie wirkt die locomotorische Muskulatur? und wie verhält sie sich zu den Nerven? Bis jetzt halte ich für erwiesen, dass die locomotorische Thätigkeit des Schneckenfusses auf Verlängerung, Extension seiner Längsmuskelfasern beruht. Diese Fasern scheinen von erheblicher Ausdehnung zu sein. Bekannt ist Leydig's elegante Präparation einer Faser aus einem Schneckenfusse, welche diesem an Länge gleichen mochte; indess reichen gewiss nicht alle Fasern, wie bei einem kürzeren Wirbelthiermuskel, vom Vorderende bis zum hinteren; auf Längsschnitten sieht man nicht selten am Rande die natürlichen spindelförmigen Enden, ein gleiches ergeben Zerzupfungspräparate. Auch würde eine Faserlänge, welche mit der des Fusses stimmt, schlecht passen zur Sohlenverbreiterung, wie sie hauptsächlich bei Belastung eintritt. Die Wellen, welche jetzt fast die doppelte Breite haben, verlieren kaum an Intensität, was sie doch müssten, wenn dieselbe Faseranzahl auf jede Breitenlinie käme. Dagegen können sich kürzere, spindelförmige Fasern bei der Sohlenverkürzung und -Verbreiterung in der Weise zwischen einander schieben, dass auf jede Breiteneinheit ebensoviel Muskelelemente kommen wie bei der gestreckten Sohle. Die Beschaffenheit der Fasern ist allem Anscheine nach dieselbe, wie bei den Retractor- und Hautelementen, wenn nicht ihr Inhalt noch viel flüssiger und gleichmässiger sein sollte. Steht es zwar durch Kühne's Versuche fest, dass aller frische Muskelinhalt mehr oder weniger flüssig ist, so zeigt sich doch hier in der Ruhe eine so völlige Verschiebbarkeit, eine ganz unregelmässige und durch jede zufällige Veranlassung bedingte Fluctuation, dass man bei Limax cinereoniger namentlich an Stelle der gesammten locomotorischen Fasern beinahe einen einzigen Schlauch mit Flüssigkeit vor sich zu haben glaubt. Berührt man z. B. die weisse Sohle, die hier, wo die Nerven nahe zur Haut treten (s. u.), sehr empfindlich ist, so wird sie muldenförmig eingezogen, was jedoch auf Kosten der über den Längsmuskeln gelegenen Hautmuskelfasern zu setzen ist; denn die Längsfasern verhalten sich passiv, und man sieht ihren Inhalt entsprechend in unregelmässigen Wellen und Erhabenheiten entweichen, als wenn eine subcutane Flüssigkeit weg-

gedrückt würde. Von solchen unregelmässigen Fluctuationen kann man sich ebensogut an jeder abgeschnittenen Arion- und Limax-Sohle überzeugen, wo sie meist einige Zeit nach dem Loslösen wieder auftreten und theils auf ungeordneter Action der Längs-, theils auf Contraction der übrigen Fasern beruhen mögen. Schicke ich dies voraus, so wüsste ich nicht, was ich zu dem, was ich früher über die Schneckenmuskulatur niederschrieb, neues hinzufügen sollte. Ich erlaube mir daher das alte zu wiederholen (l. c. p. 304): »Die Muskelfaser der Schnecken repräsentirt in Bezug auf ihr Actionsvermögen eine Stufe der Differenzirung, welche zwischen den glatten und den quergestreiften Elementen mitten inne steht, doch oft mit hoher Annäherung an die letzteren. Die contractile Substanz, oft in toto der specifischen Thätigkeit vorstehend, lässt in anderen Fällen eine bald mehr, bald minder eclatante Trennung erkennen in isotrope und anisotrope Substanz. Die letztere vermag frei durch die ganze Faser zu fluctuiren, ohne durch eingeschaltete Scheidewände gehindert zu werden, wie solches aus der sehr wechselnden, oft lange, breite und schräge Bänder formirenden Anordnung hervorgeht. Sie zieht sich bei der Contraction auf gewisse, unregelmässig begrenzte, bald breitere, bald schmälere Stellen zusammen, so sehr deutlich an dem Fühlerretractor, und wird bisweilen die Ursache eines künstlichen Zerfalles in Querscheiben oder Discs. Vielleicht erfolgt, der rapiden Wirkung dieses Rückziehmuskels gemäss, die Umlagerung im Momente der Action gleichmässig durch die Fasern, während im Hautmuskelschlauche mit seiner trägeren Beweglichkeit, den dem freien Auge sichtbaren Wellen entsprechend, ein ähnliches Wellensystem über die einzelne Faser hinzieht. Es äussert sich dann die Thätigkeit in der Weise, dass, wo ein Wellenberg, eine Verdickung stattfindet, die anisotrope Substanz auf engere und schmälere Bänder sich zusammendrängt, welche Stoffansammlung eben die Anschwellung hervorruft. Dann aber gelangt die Substanz nicht mehr in gleichmässigem Strome zu dem Querband, sondern es wird die freie Fluctuation dadurch erleichtert, dass dieser eigentliche Träger der Contraction in gesonderten Bahnen hingleitet, deren optischen Ausdruck man in der fibrillären Streifung wiederfindet, wie solche am deutlichsten wohl in der Darmmuskulatur ausgeprägt ist. Aehnlich aber, wie oben die diffuse Sonderung in breite Querbänder von alternirend einfach und doppeltbrechender Masse den Zerfall in Discs ermöglicht, so giebt hier die räumliche Sonderung nach der Längsrichtung die Basis für eine Abspaltung von Längsfibrillen«. Ich halte noch jetzt an dieser Darstellung vollkommen fest und mache darauf aufmerksam, dass mir schon damals der Zerfall in Discs namentlich an

den Retractorelementen entgegentrat, während die verdickte Welle an den Hautfasern und, wie ich jetzt wohl genauer sagen darf, an den locomotorischen Fasern vorherrscht. Dazu bemerke ich, dass mir auch diesmal die Untersuchung mit dem Polarisationsmikroskope versagt war, daher auch hier die Ausdrücke »isotrope und anisotrope Substanz« nur auf einem Analogieschlusse beruhen, der mir indessen ziemlich nebensächlich zu sein scheint. Für wichtiger als die Ausdrücke halte ich die Vorstellungen, welche man sich über Wesen und Ursache dieser Substanzverschiedenheit gemacht hat. Hier scheint mir die hervorragendste Theorie diejenige, welche Hermann in seinem Grundrisse der Physiologie des Menschen (Berlin 1872) aufgestellt hat. Hermann gesteht von dieser Theorie, die sogleich citirt werden muss, selber zu, dass sie auf die bis dahin geltende Präexistenz der Fleischprismen und ihre Erklärung gar keine Rücksicht genommen habe. Da aber die seitdem erschienenen Arbeiten von Flögel u. a. diese Präexistenz gar nicht mehr gelten lassen, so hat jene Lehre nur an Festigkeit gewonnen. Hermann geht von der vollkommenen Analogie zwischen den Erscheinungen beim Erstarren und bei der Thätigkeit des Muskels aus und fährt dann fort (l. c. p. 268): »Im erstarrenden Zustande schreibt man die Verkürzung der Myosincoagulation zu. Da nun bei der Contraction des lebenden Muskels der Annahme einer plötzlichen, sofort sich wieder lösenden Coagulation nichts entgegen steht, so ist wegen der Analogie mit der Erstarrung diese Annahme gerechtfertigt. Für dieselbe sprechen weiter folgende Gründe: Zu der Annahme einer Umwandlung von Wärme in Bewegung, wie in der Dampfmaschine, oder von Electricität in Bewegung, wie in den electromagnetischen Maschinen, fehlt beim Muskel jeder Anhalt; es bleibt also nur übrig, eine directe Entstehung der Bewegung durch den chemischen Process anzunehmen; ein solcher Vorgang ist aber nur dergestalt denkbar, dass durch den chemischen Process ein neuer Körper entsteht, der ein bestimmtes Volum mit elastischen Kräften einzunehmen strebt (wie die Pulvergase bei Explosion); — als einen solchen Körper kann man aber sehr gut ein plötzlich entstehendes Eiweisscoagulum betrachten. — Wenn die Contraction auf einer Coagulation im Muskelinhalt beruht, so muss das Coagulum momentan wieder verschwinden können; ja beim Tetanus muss dies sich mehrere hundert Mal in der Secunde wiederholen können«. Die Hermann'sche Theorie betrachtet also Electricität und Wärme als Nebenproducte der Muskelwirkung und verlegt den Brennpunct in eine Eiweissgerinnung, welche sich sogleich wieder löst, um bei neuem Reize abermals sich zu bilden, eine Gerinnung, welche mit einer Expansion jedesmal verbunden ist. Dieses fortwährend erzeugte und ge-

löste Coagulum aber, was er auf ziemlichen Umwegen und aus allerlei Combinationen folgert, kann, glaube ich, bei den Schnecken mit aller Deutlichkeit und Handgreiflichkeit makroskopisch demonstrirt werden. Hierzu dient Limax cinereoniger. Ich zeichnete meine Abbildungen, lange bevor ich an eine bestimmte Theorie dachte. Da fällt es denn an der Fig. 2 auf, einmal dass die Streifen oder Wellen sich heller, weisslicher von der Umgebung abheben, während sie bei den übrigen Schnecken dunkel abstechen, und zweitens, dass jede weisse Welle hinten von einem zarten, dunkeln Quersaume begleitet ist. Bei vielen Exemplaren dieser Art macht nun die weisse Sohle am Glase, wie schon erwähnt, den Eindruck eines vollkommen durchsichtigen, wasserklaren Bandes, welches unten in den Fuss eingelagert ist; manchmal sieht man darin einige Puncte, Trübungen, welche die Tiefe und Weite des Bandes oder Canales noch viel deutlicher machen. Die Feinheit des Epithels auf Schnitten, und vor allem die völlige Pigmentlosigkeit stimmt mit dieser Durchsichtigkeit. In diesem flüssigen Canal treten nun die weisslichen Wellen auf, schon dem Anscheine nach feste Querwände. Das sind sie aber ganz sicher, weil sie auf den Boden des Canals einen Schatten werfen. Auf diesen nämlich sind jene dunkeln Bänder zu beziehen, welche die Wellen oft viel deutlicher und breiter säumen, als in Fig. 2. Dieser Schattensaum wechselt seine Breite mit dem Winkel der auffallenden Lichtstrahlen; er erscheint hinter der Welle, wenn das Licht vor dem Thiere, vor ihr, wenn das Licht hinter ihm steht. Ich habe die Versuche bei Lampenlicht gemacht, doch bin ich am Tage darauf gekommen, da ja auch das Sonnenlicht die Erscheinung deutlich hervorruft. Künstliche Beleuchtung ist natürlich bequemer, und da kann der sehr lehrreiche Fall eintreten, dessen ich mich entsinne, dass die Schatten an demselben Thiere auf die entgegengesetzte Seite fallen. Denn nicht selten dreht sich der Limax und kriecht mit dem Vordertheile entgegengesetzt parallel am Hintertheile seinem Schwanze zu, so dass Vorder- und Hinterkörper an einander hingleiten. Dann wechselt der Schatten wieder, je nachdem man die Glasplatte zum Licht hält, aber es fällt in den beiden Körperhälften auf die in Bezug auf die Körperrichtung entgegengesetzte Seite, vorn hinter die Wellen und hinten vor die Wellen oder umgekehrt. Hiernach kann kein Zweifel mehr bestehen, dass die Welle ein Eiweisscoagulum ist, denn sie hat die Farbe und Undurchsichtigkeit eines solchen in der übrigens völlig flüssigen Muskelsubstanz. Man sieht freilich nur bei Limax cinereoniger dieses Gerinnungsphänomen so deutlich und schön, und bei den andern Geschlechtern muss es aus der Analogie geschlossen werden, da die Muskulatur bei ihnen weder in der Weise zusam-

mengefasst noch der Haut so genähert ist, als bei jener. Ja es fällt auf, dass bei ihnen die Wellenfarbe nicht das schmutzige Weiss geronnenen Eiweisses ist, sondern im Gegentheil dunkel aus der Sohle sich abhebt. Das erklärt sich unschwer aus den Factoren, welche hier die Farbe bedingen. Ein dunkleres Epithel, z. Th. mit subepithelialem Pigment, hat einmal zum Hintergrunde zwar die weissliche Sohlensubstanz, aber mit transparenten Längsmuskeln durchwirkt, im andern Falle dagegen dieselbe mit einem undurchsichtigen Eiweissgerinnsel; natürlich wird sie im zweiten dunkler erscheinen, wie ein schwarzes Flortuch, das ich gegen den Himmel halte, da dunkler aussieht, wo ein Gegenstand sich dahinter schiebt. — Beruhen so alle Wellen auf derselben Myosincoagulation, so erklärt ihre Folge und ihr Auftreten wiederum sicher die Verlängerung der locomotorischen Fasern während der Action. Auch hier geht die Gerinnung, wie bei allen Muskeln, nicht ohne Expansion vor sich; man erkennt ihre Grösse theils an der sehr bedeutenden Erhabenheit der Wellen des nicht anhaftenden Thieres, theils an den Verdickungen in der Todtenstarre (s. u.). Wenn die Gerinnung, wie bei anderen Thieren, sehr plötzlich und schnell über die Fasern hinzöge, so könnte auch hier die Expansion nur dadurch ermöglicht werden, dass der Faserinhalt sich verdickte, die Faser selbst sich verkürzte, also innerhalb desselben Sarcolemms den möglichst grossen Raum einnähme durch die Verkürzung oder besser die Annäherung zur Kugelform. Die Gerinnung geschieht nun aber nicht schnell und plötzlich, sondern langsam vom hintern Körperpole zum vorderen fortschreitend; und das Vorrücken beruht nicht auf der momentanen Bildung einer Welle und einer ebenso plötzlichen Lösung ihres Gerinnsels in toto, sondern während vorn die Coagulation immer neue Theile in die Welle hineinzieht, werden hinten fortwährend gerade so viele gelöst. Könnte man das Bild einer Welle fixiren und nach einem kurzen Zeittheilchen darauf wiederum u. s. f., so würden die verschiedenen Wellenbilder sich theilweise decken und das um so mehr, in je kürzeren Intervallen man die Bilder fixirt hätte. Die Wellentheile aber zweier aufeinander folgenden Bilder, welche sich decken, haben sich während des Zeitintervalles nicht geändert, sie sind stabil geblieben; und in dieser Stabilität des mittleren Wellentheiles während der Gerinnung an dem vorderen und der Lösung an dem hinteren Wellenrand liegt der Grund für die Streckung der Fasern. Man braucht jetzt nur noch eine Annahme, welche aber wegen ihrer geringen Bestreitbarkeit kaum eine solche genannt werden kann, das ist die Unbeweglichkeit einer eben geronnenen Myosinscheibe in der Muskelfaser, sei es durch Einklemmung im Sarcolemm oder aus einem anderen Grunde. Diese

aber wird von jedem Beobachter der Muskelwirkung stillschweigend vorausgesetzt. Dürfen wir sie als gesichert ansehen, so muss jedesmal der mittlere Wellentheil für einen Moment in der locomotorischen Faser eine feste Scheidewand bilden. Vor diesem Wellentheil findet Gerinnung statt und mit dieser Expansion, Ausdehnung. Da nun die Expansion im Augenblick ihrer Entstehung hinter sich eine feste Wand hat, so kann sie nur nach vorn wirken und muss den ganzen vorderen Fasertheil vor der Welle nach vorn schieben, also verlängern und das Vorderende weitertreiben. Im nächsten Moment rückt die Scheidewand ein wenig weiter und hält dabei den vorderen Fasertheil in der Stellung und Spannung fest, in der er sich gerade schon befand; es findet aber vorn wieder eine neue Gerinnung statt und verlängert das Vorderende von neuem. Und so summiren sich alle auf einander folgenden Gerinnungen und Expansionen, bis die Welle am vorderen Körperpole anschlägt. Die Wirkung der sämmtlichen Wellen, welche gleichzeitig auf der Sohle sich zeigen, und ihr gegenseitiges Verhältniss muss dieses sein: Jede Welle stellt eine Scheidewand dar, über welche hinaus die nächste Welle dahinter nicht wirken kann; die letztere wird allerdings das Bestreben haben, sie als eine feste Wand vorwärts zu schieben und zu beschleunigen, aber die Verschiebungen und Spannungen der einzelnen Fasern kann sie nicht darüber hinaus verändern; daher müssen sie sich in den Grenzen je eines Zwischenraumes zwischen zwei Wellen halten, und so hat jede Welle eine doppelte Wirkung: sie beschleunigt die nächst vordere Welle, und sie dehnt den Zwischenraum bis zu dieser. Indem sich die erste Wirkung von allen Wellen von hinten nach vorn summirt, ist die Resultante ein stetes Vorwärtsschieben des vorderen Körperendes, die zweite Wirkung bedingt gleichmässige Ausdehnung der gesammten locomotorischen Muskulatur in der ganzen Sohlenlänge.

Sucht auf diese Weise die locomotorische Muskulatur die Sohle stetig nach vorn zu verlängern, so tauchen sofort die anderen Fragen auf: ist diese Tendenz eine unumschränkte? wenn nicht, worin liegen ihre Grenzen? was bewirkt die fortwährende Verkürzung der Sohle? Ich glaube, hier müssen mehrere Momente unterschieden werden. An und für sich schon haben jedenfalls die extensilen Fasern eine Extensionsbeschränkung, die wahrscheinlich in der Elasticität ihres Sarcolemms liegt; denn es ist doch wohl theoretisch undenkbar, dass eine Faser zum allerdünnsten Fädchen sich auszuziehen das Vermögen, oder doch nur das Bestreben habe. Wichtiger ist sicherlich das Hemmniss, welches der unbeschränkten Extension von den contractilen Haut- und Retractorelementen bereitet wird. Bei der freikriechenden Schnecke

wird es schwer auszumachen sein, ob die extensilen Fasern allein an und für sich über die maximale Fusslänge hinaus sich dehnen würden, ob also ihre volle Ausdehnung auch da von den gegentheiligen Fasern gehindert wird, obgleich auch dieses durch ein Experiment wahrscheinlich wird (s. u.). Sobald indess die Schnecke belastet wird, sobald also die Retractormuskeln zu höherer Thätigkeit oder überhaupt zu Thätigkeit angeregt werden, tritt ihr verkürzender Einfluss auf die Sohle sehr klar hervor. Erinnern wir uns, dass die Retractorelemente nach allen Richtungen etwa in den beiden vorderen Dritteln der Sohle sich ausbreiten, dass sie aber als Hautderivate angesehen werden, daher ihnen die Schrägfasern des Fussschwanzes zur Seite zu stellen waren, so ist jedenfalls die Faserlänge von der Spindel bis zum Fussrande in den bei weitem meisten Theilen geringer bei Verkürzung und Verbreiterung der Sohle, als bei deren gestreckter Form. Nun drücken die locomotorischen Wellen nach ihrer Ausbildung und Summirung ihrer Kräfte vorn am stärksten auf die Unterlage, daher hier die festeste Adhäsion. Wenn also der Retractor sich verkürzt und dabei die Sohle zugleich verkürzt und verbreitert, so muss sie vorn fest haften und der hintere Theil nachgezogen werden. Mit dem Retractor werden gleichzeitig die Schrägfasern und die oberen Längsfasern des Schwanzes wirken und das Sohlenende ebenso verkürzen und verbreitern, wie der eigentliche Retractor die vordere Hälfte. Ich habe schon ausgeführt, dass die haftende Sohlenfläche in der verbreiterten wie in der verlängerten Gestalt immer ungefähr die gleiche Fläche bedeckt. Es ist also die jedesmalige Gestalt der Sohle anzusehen als das Product einer doppelten, antagonistischen Muskulatur; ihre Fläche ist um ein geringes kleiner, wenn nur die Retractionsmuskeln wirken (in den Pausen bei Belastung), sie ist um so gestreckter, je mehr die Leistung der extensilen Muskeln in den Vordergrund tritt. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Norm auch für die unbelastete Schnecke gilt, d. h. dass deren Fusslänge nicht allein erzeugt wird durch der locomotorischen Muskeln Streckung, sondern auch durch der contractilen Elemente, wo nicht Contraction, doch Spannung. Ehe ich auf diese Erklärung der Sohlengestalt kam, glaubte ich, die Verkürzung und Verbreiterung bei Belastung habe eine andere Bedeutung, nämlich die, die Adhäsion zu erhöhen; möglich, ja wahrscheinlich däucht es mir, dass auch dieses Moment mit in Anschlag zu bringen ist; denn die Adhäsion ist doch wohl grösser, wenn sich zwei scheibenförmige Flächen berühren, als wenn derselbe Inhalt der Contactfläche eine andere, gestrecktere Form annimmt. Ist dies richtig, so würde die höhere Adhäsion, also gesteigerte Tragkraft bei Belastung ohne neuen, besonde-

ren Kraftaufwand von selbst mitgeleistet werden durch die Anordnung der Retractorfasern. In jedem Falle kommen die beiden entgegengesetzten Functionen der Sohle, Verlängerung und Verkürzung, zu Stande durch die Wirkung zweier antagonistischer Muskelelemente, welche zwar denselben Faserbau haben, deren Action auf dem gleichen chemischen Vorgange beruht, deren Gegensätzlichkeit aber lediglich in der verschiedenen Anordnung und Folge dieser chemischen Vorgänge beruht. Es sind daher weiter die Ursachen zu untersuchen für diese verschiedene Anordnung des Chemismus, der einmal mehr oder weniger gleichzeitig die ganze Faser ergreift, das andere Mal wellenartig in immer constanter Richtung über sie hinzieht. Die Ursachen können, soweit ich die Sache überschaue, nur liegen in der Verschiedenheit der Reize, welche bei den contractilen Elementen dieselben sein werden, wie bei aller bisher bekannten Muskulatur, bei der extensilen dagegen die Substanz immer von dem einen, dem hinteren Pole zum vorderen treiben. Die natürlichen Reize sind selbstredend im Nervensystem zu suchen, das daher jetzt unsere Aufmerksamkeit zu fesseln hat.

Hier liegt vor allem die schwierige Frage vor, ob und wieweit die regelmässigen Querwellen von einer dann gewiss auffallenden Regelmässigkeit in der Nervenvertheilung abhängig sind. Da ich von einer eingehenden Mikroskopie diesmal Abstand nehmen musste und die Kenntniss der intimeren Beziehungen zwischen Nerv und Muskel bei den Schnecken überhaupt noch fehlt, so muss ich hier allerdings die völlig exacte Antwort schuldig bleiben. Wenn es aber auf diesem Gebiete erlaubt ist, aus den äussern Erscheinungen auf die anatomischen Ursachen zu schliessen, wie denn die Physiologie bis vor nicht langer Zeit in dieser Weise zu arbeiten gezwungen war, so hoffe ich hinreichende Aufschlüsse geben zu können. — Legt eine Schnecke durch Wellen ihren Fuss dem Glase an, so schreitet die Wellenbewegung in so regelmässigem Fortgleiten über die Sohle, dass es unmöglich erscheint, etwas Festes, Constantes daran zu entdecken; und auch wenn sie erst ruhend am Glase haftete und nun in Bewegung übergeht, wie es namentlich regelmässig nach den Pausen bei hoher Belastung geschieht, so sind die Wellen, wenn sie sich in allmäligem, allerdings raschem Uebergange aus der Sohle sondern, schon so weit in der Bewegung begriffen, dass man verzweifeln zu müssen glaubt, hier einen bestimmten Anfang wahrzunehmen. Die Erscheinung ist eben eine durchaus flüssige. Da kommt uns denn ein sehr merkwürdiges Phänomen zu Hülfe. Wieder ist durch Belastung die Empfindlichkeit der Nerven und Muskeln zu steigern, also eine Helix hat mit 50 Gr. zu kriechen. Lässt man nun auf diesen besonders empfindlich eingestell-

ten Apparat einen neuen Reiz einwirken, so tritt sofort seine Wirkungsweise zu Tage. Ein solcher Reiz ist weiter nichts, als eine Erschütterung; denn die Schnecke muss an und für sich angestrengt kriechen, um die Adhäsion nicht zu verlieren und noch vorwärts zu kommen; jede Erschütterung würde sie losreissen, wenn sie nicht durch einen besonderen Willensact ihre Muskelaction noch mehr zu steigern suchte. Erschüttert man nun also eine belastete Schnecke während des Kriechens durch mässiges Aufstossen des Glases gegen den Tisch, so erscheint plötzlich auf dem Fusse die doppelte Wellenanzahl; oder genauer so: jede Welle steht still und wird etwas matter; dann theilt sie sich in zwei parallele Wellen von ungefähr der halben Breite. Von diesen eilt die eine nach vorn, während die andere stabil bleibt. Letztere steht so lange fest (oder schreitet wohl scheinbar ein wenig rückwärts), bis die vordere Theilwelle der nächsthinteren Welle zu ihr stösst und sich mit ihr verbindet. Damit ist die Erscheinung, die im ganzen etwa 2—4 Secunden dauert, vorbei, und die Wellen gehen, nachdem je eine hintere Hälfte der vorderen und eine vordere der hinteren Wellen sich vereinigt haben, als gewöhnliche Wellen weiter. Hat man so das zuerst sehr auffallende Phänomen an der belasteten Schnecke genau beobachtet, so gelingt dasselbe bald auch an der freien Weinbergsschnecke bei schwachen Erschütterungen. Den nächsten Schritt zum Verständniss lieferte eine Helix, die durch 50 Gr. so stark belastet war, dass sie keine Erschütterungen vertrug, sondern sofort hinabrutschte. Hier war also das Maximum von Arbeit gegeben. An einem in solche Lage gebrachten Thiere sieht man, wie jede Welle, wenn sie an einen bestimmten Punct kommt, eine stabile, sehr zarte Welle zurücklässt. Diese bleibt, bis die nächste kommt und sie anscheinend mitnimmt. Möglicherweise bleibt sie auch stehen; jedenfalls sobald die grobe, gewöhnliche Welle darüber weg ist, erscheint die stabile wieder u. s. f. Das Phänomen steigert sich zu etwas grösserer Deutlichkeit, wenn der Musc. columellaris das Haus anzieht. Nach wiederholtem Studium dieses Vorganges gelingt es schliesslich fast an jeder freien Schnecke ohne Erschütterungen, die stabilen Wellen als sehr feine Querstriche wahrzunehmen. Sie werden jedesmal stärker, wenn das Thier, mit oder ohne Belastung, seine Wellen unterbricht oder auch nur abblassen lässt und sie dann wieder durch neuen Willensimpuls in alter Stärke entwickelt. Die Erscheinung erreicht ihr Maximum, wobei die stabilen Wellen sich bis zur Hälfte der fortschreitenden auf deren Kosten verbreitern, wenn die Reizbarkeit durch Belastung möglichst gesteigert und durch Erschütterung ein starker Willensimpuls hervorgerufen wird, wie beim ersten Versuche. Später

glaube ich endlich auch bei Limax cinereoniger die stabilen Wellen, wenn auch schwach und undeutlich, erkannt zu haben.

Die Bedeutung der geschilderten Bilder und Vorgänge liegt für den ersten Blick auf der Hand. 1) Jede Erregung eines Nerven, der sich zur extensilen Muskulatur als motorischer verhält, verändert ihn in der Weise, dass er wiederum auf den Muskel eine chemische Contactwirkung ausübt und zunächst an seiner Ansatzstelle — denn für die muss doch jedenfalls der Ort der stabilen Welle gehalten werden — eine Coagulation des Myosins aus dem flüssigen Faserinhalt hervorruft; je stärker der Nervenreiz, um so stärker die Gerinnung (die breite stabile Welle bei Belastung und Erschütterung). 2) So lange das Thier sich seiner locomotorischen Muskulatur bedienen will, so lange es also seine Wellen unterhält, gerade so lange bleibt der Nerv in einem continuirlichen schwachen Erregungszustande, der ebenso eine constante Coagulation am Nervenansatz bewirkt (stabile Wellen). 3) Die Bildung eines Coagulums an einer Stelle zieht die Nachbartheile in dieselbe Coagulation hinein, so dass die Gerinnung von hinten nach vorn fortschreitet. 4) Während des Lebens ist in jeder Längeneinheit einer Faser immer nur eine bestimmte, wahrscheinlich nicht die ganze Menge Myosin coagulirbar, und wenn die Coagulation an verschiedenen Stellen auftritt, so ist doch die Summe des Gerinnsels dieselbe, als wenn sie sich auf einen Punct concentrirt (Verschmälerung der fortschreitenden Welle bei Verbreiterung der stabilen auf erhöhten Reiz).

Bevor ich auf die Begründung und den Werth dieser vier Gesetze eingehe, bin ich die Erörterung des Verhältnisses der Nerven zu den Muskeln schuldig; denn es muss doch wenigstens einiges über die Gründe gesagt werden, welche die Coincidenz des Ansatzpunctes der motorischen Nerven an der extensilen Muskulatur mit den Stellen der stabilen Wellen annehmen lassen. Die betreffenden Nerven sind natürlich unter denen zu suchen, welche von den Pedalganglien ausgehen. Das Fussganglienpaar entsendet bei Helix Nerven zu den Columellarbündeln und seitlich zwischen diesen durch zur Haut; sind diese, die ich nicht berücksichtige, weggenommen, so bleibt eine Anzahl, wohl 11 oder 12, Nervenstämme übrig, die in zwei parallelen Längsreihen zwischen den Retractorbündeln in die Sohle eindringen. Der Beweis,

dass diese Nerven im Wesentlichen für die locomotorische Muskulatur bestimmt sind, gelingt am besten beim Arion, denn hier liegen die Eintrittslinien in den Längsmitten der seitlichen, transparenten, locomotorischen Muskelpolster, so dass beider Zusammengehörigkeit mehr als wahrscheinlich. Bei Helix lässt sich die Anzahl der Stämme deshalb nicht genau fixiren, weil ohne Symmetrie manche Stämme je auf einer Seite an ihrem Ursprunge in einen zusammengefasst sind. Leider lässt sich auch an den aufgelösten Aesten durchaus keine strenge Symmetrie nachweisen. Die Präparation ergiebt, dass sie alle ziemlich ungetheilt zur Seite der Fussdrüse, hinter ihr durch das Muskelfleisch, bis zu den untersten Theilen der Sohle eindringen, was wiederum wohl keinen Zweifel aufkommen lässt, dass es hauptsächlich Nerven für die Längsmuskulatur sind. Sie geben, je weiter nach vorn, um so mehr Aeste ab an die Fussdrüse und ihre Umgebung, also an ihre Quermuskeldecke (s. o.). Ihre Vertheilung zu der Längsmuskulatur ist die, dass es vorn dicke Bündel zarterer Nerven sind, dass dann stärkere und weniger getheilte Nerven kommen, dass endlich hinten ein starker Nerv folgt, der von Zeit zu Zeit Aeste abgiebt, welche bei vorsichtiger Präparation fast bis zum Sohlenepithel ungetheilt verlaufen. Nimmt man nun auch an, dass diese Stämme nicht nur motorische Fasern für die extensilen Muskeln enthalten, sondern dass zum mindesten auch sensible Hautfasern darin sind (wie denn die weisse Sohle bei Limax cinereoniger besonders empfindlich ist und in Ruhe auf Reize muldenförmig eingezogen wird, ja sich vollkommen schliesst, so dass die schwarzen Ränder sich berühren und das Weisse verschwindet), so wird doch bei der wenigstens im Allgemeinen symmetrischen Anordnung der Nerven der Schluss nicht zu gewagt erscheinen, dass die motorischen Nervenenden in den beiden parallelen Längsreihen zu einander symmetrisch liegen. Horizontalschnitte von Limax cinereoniger lehren, dass die Nerven als zusammengefasste Stämmchen bis unten fast an's Epithel treten. Das würde uns zu der Ansicht hindrängen, die ich für völlig gerechtfertigt halte, dass in jeder stabilen Welle zwei Puncte liegen, wo das motorische Faserbündel an die extensilen Elemente sich ansetzt. Diese Ansicht hat wohl um so weniger etwas Befremdliches, als trotz allen Unregelmässigkeiten, welche die Zergliederung beiderseits in der Symmetrie der Nervenvertheilung nachweist, doch der Gesammteindruck dieser unzweifelhaft der einer symmetrischen Anordnung ist. Viel schwieriger ist die Annahme, welche die Wellenbreite zu erfordern scheint, dass nämlich die motorischen Nerven, an ihren Endpuncten angekommen, plötzlich ihre Fasern in einer Querlinie nach den Muskelelementen ausstrahlen lassen; davon habe

ich bei der Präparation nichts gefunden, doch scheinen mir SEMPER's »in ein Netz aufgelöste Quercommissuren« zwischen den Fussnerven mancher Nephropneusten (vergl. v. IHERING. Ueber die systematische Stellung von Peronia etc. Erlangen 1877. p. 9) hierher zu gehören, da die Ausbreitung der motorischen Fasern in bestimmten Querlinien leicht Commissuren vortäuschen könnte; zum mindesten werden es nur wenige Fasern sein, zu den Nervenstämmen eine verschwindende Anzahl, welche einen solchen Verlauf zu den Längsmuskeln seitlich und zwischen den beiden parallelen Linien haben: denn es zeigt wiederum Limax cinereoniger, dass die Nervenendpuncte ihrer Hauptmasse und -Wirkung nach in der That nur in den beiden Parallellinien liegen, durch zweierlei Erscheinungen. Die erste stammt vom lebenden Thiere. Wenn dieses seine weisse Sohle muldenförmig ziemlich tief eingezogen hat und nun seine Wellen spielen lässt, so nehmen diese anfangs nicht gleich die ganze Breite der weissen Sohle als einheitliche Querstreifen ein, sondern sie beginnen symmetrisch an den Rändern als je zwei Wellen in einer Querlinie, deren Zwischenraum anfangs noch ruht und erst allmälig in die Action übergeht und beide Halbwellen zu einer verbindet. Losgelöste Sohlen, in Alkohol gehärtet, liefern die andere Beobachtung. An diesen zeigt die etwas hervorgequollene weisse Sohle hier und da ganz kleine Warzen etwa von $^1/_4$ oder $^1/_5$ Sohlenbreite unregelmässig zerstreut, jedenfalls Gerinnungsproducte, welche den nach dem Tode eintretenden ungeordneten Fluctuationen entstammen. Eine Sohle aber hatte in ihrem hinteren Drittel, wahrscheinlich weil gerade im Todeskampfe, eben als die Gerinnung eintrat, die betreffenden Nerven noch einmal kräftig wirkten, die natürliche Anordnung gewahrt; es standen nämlich zwei halbkuglige Warzen, jede fast von der halben Breite der weissen Sohle, neben einander, sich in der Mitte berührend, in einer Querlinie, und kaum $^1/_2$ Cm. dahinter, was etwa dem natürlichen Wellenabstand dieses Thieres entspricht, fand sich noch ein ebensolches zweites Paar. Hier haben wir offenbar die stabilen Wellen, wie sie in gesteigerter Form durch maximalen Reiz hervorgerufen werden, fixirt vor uns und erkennen, dass jede Welle eigentlich aus zwei seitlichen Wellen besteht, die durch die Mitthätigkeit der gleichen Zwischenmuskelfasern zu einer verbunden werden. Was ich demnach aus Combination meiner anatomischen und experimentellen Erfahrungen über das Verhältniss zwischen der extensilen Muskulatur und ihren motorischen Nerven aufstellen zu dürfen glaube, ist dies: Die motorischen Nerven, welche aus dem Pedalganglienpaare entspringen, treten in Bündeln in zwei parallelen Längsreihen mit symmetrischer Anordnung,

d. h. so, dass in der Querlinie der stabilen Wellen sich je zwei Insertionspuncte gegenüberliegen, zu den locomotorischen Muskelfasern. Es bleibt dabei fraglich, ob etwa, was zwar mit SEMPER's Angaben in Einklang, aber wegen der zeitlichen Verzögerung der Action unwahrscheinlich (— ich habe oben gesagt, dass bei Helix pomatia die Wellen häufig gebogen sind, wobei die beiden Puncte in den parallelen Linien der Nerveninsertionen die vordersten sind —), einzelne Nervenfasern sich weiter in der Querlinie der stabilen Welle ausbreiten, oder ob die nicht innervirten Muskelfasern durch Contact mit den thätigen in Mitaction versetzt werden, oder ob, was wenigstens nicht unmöglich, an denselben Stellen Communicationen zwischen den Muskelfasern stattfinden. Die Nerven wirken so, dass immer ein symmetrisches Paar in dem gleichen Ruhe- oder Erregungszustande sich befindet; doch habe ich hiervon eine Ausnahme notirt, nämlich die, dass bei Limax cinereoniger die weisse Sohle in der einen Längslinie erhaben, in der anderen vertieft war, freilich im Ruhezustande, daher ich diesen Fall, da er möglicherweise auf die Wirkung der über den extensilen gelegenen gewöhnlichen Fasern zu beziehen ist, lieber von der Discussion ausschliesse. Ausser der Symmetrie der Ruhe und Wirksamkeit ist eine andere Regel an diesen Nerven zu verzeichnen. Bei Helix nämlich zeigen sich die Wellen nach allen meinen Beobachtungen, sobald sie zu spielen anfangen, über dem ganzen Fuss; Limax dagegen hat oft nur einen Theil der Sohle in Bewegung, das ist dann aber stets, wie zu erwarten, der vordere; niemals erscheint eine Welle an einem Theil der Sohle, wenn nicht die Wellenbewegung den ganzen davor gelegenen Sohlentheil überzieht; es wird beim allmäligen Uebergange des ganzen Thieres zum Kriechen immer der nächst hintere Sohlentheil in die Bewegung mit hereingeholt. Aehnlich erinnere ich mich, bei Arion das Schwanzende erst allmälig in die Action übergehen gesehen zu haben. Und da bei Helix auch das Schwanzende meistens anfangs mattere Wellen hat (vielleicht gar keine), und erst nach und nach die volle Thätigkeit bis zum hinteren Körperpole entfaltet, so wird man das Gesetz aufstellen dürfen, dass die symmetrischen Nervenpaare stets von vorn nach hinten zu nacheinander in Erregung versetzt werden. Es muss offenbar in den Pedalganglien ein sehr einfaches und regulär angelegtes Nervencentrum seinen Sitz haben, das nach besonderen constanten Regeln wirkt und daher vielleicht am leichtesten einen Einblick in die Ganglienverhältnisse gestattet, was durchzuarbeiten ich mir leider versparen muss. Dieses Centrum steht weiter mit einem anderen, das mit ihm in anatomischer Nachbarschaft in den Pedalganglien sich befindet, in nächstem

Connexe. Dieses zweite innervirt die Haut- und Retractormuskeln; und die Thätigkeit beider steht in einem solchen Wechselverhältnisse, dass sie zwar gleichzeitig einer gewissen Erregungsleistung fähig sind, dass aber eine erhöhte Erregung des einen jede Thätigkeit des anderen vollkommen ausschliesst; nur dieses Wechselverhältniss vermag, glaube ich, die Unterbrechungen der Wellen bei Belastung zum Zwecke der Schalenanziehung und das Zurückfallen der Schale während der locomotorischen Thätigkeit unter gleichen Umständen zu erklären.

Hier nehme ich die vier Gesetze, welche sich aus den Beobachtungen der Wellen auf Reize ergaben, und damit die Wellenerklärung wieder auf. Die Vorstellung, dass electrische Kräfte der Wellenthätigkeit zu Grunde liegen, drängt sich vielleicht zuerst am meisten auf. Dann wäre die Sohle mit einer galvanischen Batterie zu vergleichen aus so vielen Elementen, als stabile Wellen da sind; und wie der galvanische Strom gewisse Stoffe, die nach der Lösung, durch die er geht, wechseln, ausscheidet und zu dem einen Pole hinführt, so würde ein Gerinnungsstoff vom hinteren Pole zum vorderen geführt, von einer stabilen Welle zur anderen; da er hier in den entgegengesetzten Pol des nächsten Elements eintritt, so könnte er von der durch diesen Pol in entgegengesetztem Sinne veränderten Flüssigkeit, welche das Gerinnsel zu lösen sucht, wieder gelöst werden, der Process wiederholte sich in diesem Elemente, ebenso in allen folgenden. So nahe auch dieser Vergleich mit der galvanischen Batterie und dem durch sie erzeugten Stoffwechsel nach den Polen zu liegen und so sehr er noch durch Kühne's Versuch (das Porret'sche Phänomen), wonach der Muskelinhalt beim Durchleiten eines electrischen Stromes zum negativen Pole fortgeführt wird, gestützt zu werden scheint, so muss er doch wohl ausgeschlossen werden auf Grund der Regel 2, der stabilen Welle nämlich; denn es kann doch keine Batterie gedacht werden, welche, wie etwa die Daniell'sche, das ausgeschiedene Kupfer zum Kupferpole hinführt, gleichzeitig aber ein ebenfalls ausgeschiedenes Kupfer am Zinkpole festhält. Mögen nun auch, wie ja bei den chemischen Processen überall electrische Begleiterscheinungen auftreten, an der extensilen Muskulatur electrische Ströme nachweisbar sein, was ich nicht untersucht habe, so scheint mir doch jedenfalls die Electricität nicht als Ursache der Wellenbewegung angenommen werden zu dürfen. Ich verlasse daher die electrische Theorie und wende mich zur chemischen. Da bietet denn der vierte Punct den besten Anhalt. Unter welchen Combinationen die Coagulation auch auftritt, immer ist, der sichtbaren Erscheinung nach, das Quantum des Coagulums dasselbe; und wenn auf erhöhten Reiz eine bedeutendere Coagulation in den stabilen Wellen

stattfindet, so werden plötzlich die Gerinnungsmassen, welche hier gebraucht werden, den beweglichen Wellen entzogen, ohne dass ein sichtbarer Ausdruck des Wanderns der entzogenen Gerinnungstheile nach der stabilen Welle statthat. Da kann denn die Umlagerung schwerlich anders geschehn, als dadurch, dass am Nervenansatz die Lösungsfähigkeit des Serums abnimmt (daher die Gerinnung), dass sie aber in der übrigen Flüssigkeit um ebensoviel wächst, daher die Verschmälerung der beweglichen Wellen. Das führt mich aber bestimmt zu der Annahme, dass der Nervenreiz nicht unmittelbar auf das Myosin, sondern nur mittelbar, direct aber auf das Serum einwirkt und dessen Lösungsfähigkeit für Myosin herabsetzt. Und so finden ja überhaupt die meisten (vielleicht alle) Gerinnungsprocesse und Niederschläge ihre Erklärung nicht in einer plötzlichen Veränderung des niedergeschlagenen Salzes oder Gerinnsels als ursächlichem Momente, sondern in einer Veränderung (oder Abnahme) der Lösungsflüssigkeit. So würde denn eine plötzliche gleichzeitige Erregung der sämmtlichen Nerveninsertionen an der locomotorischen Muskulatur das Serum in den Insertionspuncten soweit verändern, dass eine immer gleiche Coagulation einträte. Dann würde zwischen dem Serum an den Insertionspuncten und den übrigen Theilen Diffusion stattfinden, das Coagulum würde überall hin fortschreiten und sich vertheilen, es entstände die Contraction einer gewöhnlichen Muskelfaser, welche so lange anhielte, als der Nervenreiz und die Serumsveränderung durch denselben. Nach deren Aufhören würde wieder völlige Lösung eintreten. Die Lösungsfähigkeit kann dabei in keinem Fall auf Null herabgedrückt werden; es kann also nicht in den beweglichen Wellen alles vorhandene Myosin geronnen sein, sonst könnte nicht an einem Puncte, der von dem Coagulum entfernt liegt, auf neuen Nervenreiz ein neues Gerinnsel folgen, wie bei Erschütterungen. Ebenso wenig wird man annehmen dürfen, dass bei der Ruhe in den locomotorischen Fasern das Maximum von Myosin gelöst und dass das Serum nicht noch eine grössere Menge aufzunehmen im Stande wäre, wie denn wohl im Körper unter normalen Verhältnissen nirgends solche gesättigte Lösungen, weder von Salzen, noch von organischen Substanzen, sich finden (abgesehen von den Fällen, die zu einem bleibenden Niederschlage führen). — Wenn denn so die Gerinnung des Myosins von einer Serumsveränderung herzuleiten sein dürfte, so muss weiter die Erklärung des Fortschreitens des Gerinnsels von hinten nach vorn gegeben werden. Die finde ich in der fortschreitenden Auslösung der Nervenreize von vorn nach hinten, wie ich sie oben beschrieben habe. Es möge da der vorderste Nerv erregt werden, also die erste stabile Welle, die erste Coagulationsquerlinie ent-

stehn, es möge also während der Erregungsdauer die Lösungsfähigkeit des Serums an dieser Stelle fortwährend herabgedrückt werden; da wird diese Herabdrückung ein während derselben Zeit sich allseitig vergrösserndes Gerinnsel hervorrufen, es wird sich also nach vorn, wie nach hinten auszubreiten suchen. Am hinteren Rande aber muss zwischen dem veränderten Serum und dem unveränderten Muskelinhalte eine ununterbrochene Diffusion stattfinden, und da hier eine unbeschränkte Menge des letzteren angrenzt, nämlich der ganze Muskelinhalt bis zur Schwanzspitze, so wird das veränderte Serum sehr bald von diesem aufgenommen und absorbirt werden, so dass also sogleich wieder der gewöhnliche Muskelinhalt hinten an das Coagulum stösst und es wieder löst, die Ausbreitung des Gerinnsels also nur noch vorn statthaben kann. Wird darauf der zweite Nerv erregt und die zweite stabile Welle erzeugt, so wird wieder an deren Ort das Serum verändert und eine Gerinnung bewirkt; diese wird hinten wieder gelöst. Das Coagulum kann nur an dem Vorderrande fortschreiten. Da bleibt nur die Schwierigkeit, dass jetzt die Lösung am Hinterrande des ersten Coagulums nicht sistirt wird, sondern fortschreitet. Der kann man wohl durch die Annahme begegnen, dass der Nervenreiz, wenn er bei der Veränderung gewisse Serumsbestandtheile an sich zieht, diese aus dem übrigen entzieht und es dadurch wieder lösungsfähiger macht. Noch einfacher aber scheint mir die Expansion des Coagulums zur Erklärung der fortdauernden Lösung am Hinterrande der ersten Welle benutzt werden zu können; denn wenn das zweite Coagulum, die zweite stabile Welle auftritt, so treibt es die davor befindliche Flüssigkeit kräftig nach vorn, ihr Druck auf die erste Welle ist mit gesteigerter Lösung verbunden, wie etwa ein Stück Zucker von einem kräftig dagegen getriebenen Wasserstrahle schneller gelöst wird, als wenn es im Wasser ruht. Ist aber durch diese Theorie, die freilich, wie sie nur von allgemeinen Anschauungen und nicht von den einzelnen erwiesenen chemischen Veränderungen des Muskelinhalts ausgeht, so auch immer nur als eine allgemeine Umschreibung der wahren Vorgänge angesehn werden kann, das stetige Fortschreiten der vordersten Wellen bis zu einiger Durchsichtigkeit verständlich geworden, so folgt ein gleiches ohne weiteres für die übrigen Wellen der Sohle. Also die regelmässige Aufeinanderfolge der Reizauslösungen in den locomotorischen Nerven halte ich für die Ursache, dass die Gerinnungswelle in der sonst gleichen Muskelfaser nicht zur gewöhnlichen Contractionswelle wird, sondern eben zu der locomotorischen der Sohle.

Bevor ich diesen Abschnitt, das Verhältniss von Nerv und Muskel verlasse, will ich nur noch auf einen Punct hinweisen. Die kleinen In-

dividuen von Helix pomatia haben blos 8—9 Wellen, während den grossen 10 oder 11 zukommen. Die Wellenanzahl ist bei demselben Thiere constant und richtet sich nach den Nerveninsertionen, also muss noch während des Wachsthums eine weitere Ausbildung des Nervenmuskelapparates am Schwanzende stattfinden. Damit stimmt überein, dass die Wellendistanzen bei Schnecken mit 9 oder 10 Wellen am Hinterende geringer ist als vorn und in der Mitte, daher im Schwanze aus dem letzten Nerven, welcher ja die ganze extensile Muskulatur hinter der Schale mit motorischen Zweigen versorgt, neue Aeste und Insertionen sich bilden, welche erst bei längerer Muskelthätigkeit, resp. -ausdehnung, sowie beim Wachsthume zu der gewöhnlichen Wellendistanz auseinandertreten. Wir erhalten also das vielleicht nicht uninteressante Resultat, dass das Hinterende der Schneckensohle, wie es bei der Locomotion durch das ganze Leben das indifferenteste bleibt, so auch erst sehr spät im Leben zu der Vollendungsstufe des Vorderkörpers histologisch differenzirt wird.

c. Das Verhalten der locomotorischen Muskulatur in der Ruhe und nach dem Tode. Limax cinereoniger, deren locomotorische Muskulatur am besten localisirt ist und dem Auge des Beobachters am klarsten daliegt, lässt erkennen, dass die Fasern in der Ruhe nur wenig elastisch sind, und in hohem Maasse erschlaffen, wohl mehr als die contractilen Elemente. Der Inhalt der extensilen Fasern scheint ein besonders flüssiger zu sein, daher die weisse Sohle ohne weitere Regelmässigkeit einsinkt. Die Länge der Fasern im Ruhezustand muss, wie man unmittelbar zu schliessen hat, geringer sein als bei der Thätigkeit, doch fragt es sich: in welchem Verhältnisse? Bei Helix kann man das, da die extensile Muskulatur am innigsten mit der gewöhnlichen verwebt ist, kaum entscheiden. Auch wird die Untersuchung dieser Verkürzung erschwert durch die Annahme, welche mir aus der enormen Sohlenverbreiterung bei Belastung zu folgen schien, dass nämlich eine Verschiebung der Längsfasern zwischen einander durch die Wirkung der contractilen Elemente erreicht werden könnte. Eine derartige Verschiebung wird viel weniger anzunehmen sein bei den Geschlechtern Arion und Limax, da bei ihnen die Fasern vielmehr zu regelrechten Muskeln zusammengefasst sind, als bei Helix. Reizt man ein solches Thier durch Berührung, wobei die extensile Muskulatur ruht und die contractile thätig ist, so werden meist die seitlichen Sohlentheile einfach verkürzt mit glatter Oberfläche, die Mittelsohle dagegen legt sich in Querfalten und wird stark wellenförmig; die Vertiefungen entsprechen bei Limax cinereoniger den weissen Streifen in der schwarzen Sohle (Fig. 2), nämlich den Quermuskelzügen.

Wie diese Versuche darthun, ist die Verkürzung der Längsmuskeln in der Ruhe durchaus nicht proportional der Verkürzung der contractilen Fasern bei Thätigkeit, sondern viel kleiner, daher sie deren weitere Verkürzung zu Faltenverlauf zwingt. Dasselbe Resultat liefert das Zerschneiden eines lebenden Limax cinereoniger. Trennt man das Thier durch einen senkrechten Querschnitt in eine vordere und eine hintere Hälfte, so bleibt im Allgemeinen die Leibesmuskulatur rings in einer Fläche, eben der Schnittfläche, die weisse Sohle springt jedoch um einige Millimeter vor, eben weil im Reiz die contractilen Fasern sich stärker verkürzen, als die locomotorischen in Ruhe. Aehnlich ist es, wenn man die Sohle durch einen horizontalen Schnitt von vorn an vom Körper abtrennt. Je weiter der Schnitt vordringt, um so mehr, wenn auch nicht eben bedeutend, überragt die Sohle vorn den übrigen Körper. So lange sie mit dem Körper vereinigt war, unterlag bei dem starken Reize die Längsmuskulatur der Verkürzung der gesammten Hautmuskulatur, nach der Trennung aber nur noch der in der Sohle, welche nun die Längsmuskulatur nicht mehr auf solcher Kürze zusammenzuhalten vermag. Ergeben so diese verschiedenen Experimente, dass der Längenunterschied der extensilen Fasern bei Thätigkeit und Ruhe viel geringer ist als der der contractilen bei Ruhe und Thätigkeit, so wird man doch schwerlich daraus auf eine geringere Kraft des activen Principes, der Eiweisscoagulation, im ersteren Falle schliessen dürfen; eine solche Folgerung wird vielmehr hinfällig theils wegen der verschiedenen Anordnung beim Gerinnungsprocesse, worauf ich hier nicht wieder eingehe, theils und hauptsächlich, weil bei den contractilen Fasern immer die gesammte Gerinnungsmasse gleichzeitig oder doch in geringen Intervallen zur Verwendung kommt, bei der extensilen aber nur ein Bruchtheil, der aus dem Verhältnisse der Wellenbreite zur Wellendistanz sich ergiebt. Im Allgemeinen werde ich daher, glaube ich, das Richtige treffen, wenn ich die Volumzunahme, die ein Muskel durch die Gerinnung seines Myosins erfährt, bei den extensilen und bei den contractilen Fasern gleichsetze. Dass aber die extensilen Fasern durch Gerinnung ihres Inhalts eine wesentliche Volumszunahme erfahren, geht wie aus der Thätigkeit, so nicht weniger aus der Todtenstarre hervor[1]. Bei Helix ist der Nachweis der Verlängerung

[1]) Hier weise ich auf einen Punct in der Physiologie der Landschnecken hin, welcher bis jetzt, wie mir scheint, noch immer falsch beurtheilt wird, auf die Wasseraufnahme nämlich. Man citirt noch immer GEGENBAUR's Angabe, das Wasser finde durch den Mund und Darm seinen Weg in den Körper. Es lässt sich wohl kaum bestreiten, dass dies ein Modus der Wassereinfuhr ist; jedenfalls aber bleibt er der seltnere und kann auch kaum dazu dienen, das rasche Aufquellen der

nach dem Tode wiederum am wenigsten scharf, wegen der Faserverflechtung. Zunächst muss festgestellt werden, dass an gehärteten Sohlen die Retractormuskulatur nach Möglichkeit sich contrahirt hat. Das sieht man sehr deutlich am Sohlenrelief. Dieses hat nämlich eine Menge von Furchen, welche durchaus den contractilen Muskeln entsprechen, nämlich erstens Querfurchen, vorn weniger häufig und mehr auf den Rand beschränkt, nach hinten immer regelmässiger und quer über die Sohle ziehend, und zweitens Furchen, die mit den anatomischen

Schnecken in feuchter Umgebung zu erklären; noch weniger beleuchtet er das Anschwellen des Leibes beim Absperren unter Wasser, welches ja im Erstickungstode die beste Entfaltung der Organe zur Section ergiebt. Ich glaube ganz bestimmt, dass das Wasser in diesem Falle durch die Haut aufgenommen wird. Die Thiere suchen aus dem Wasser zu entkommen und wenden mit aller Macht ihre locomotorische Muskulatur an; indem sie sich dabei stark strecken und mit Anstrengung gegen die Decke des Gefässes sich stemmen, sind sie nicht im Stande, ihre contractile Muskulatur gleichzeitig anzuspannen. Daher erschlafft die Haut, und da diese durch die Verlängerung ausgedehnt ist, so müssen alle ihre Poren weit offen stehen, wie denn die Drüsen und ihre Entleerung nicht von einer besonderen Muskulatur, sondern allein von der der gesammten Haut abhängig sind, was ich früher schon zeigte (l. c.). Hier kommt nun das endosmotische Aequivalent des Bindegewebes hinzu, um Wasser einzuziehen. Dieses Gewebe saugt nämlich mit Begierde Wasser ein, wie folgender Versuch lehrt: Wenn man die Sohle von Arion in drei Längstheile spaltet und sie in's Wasser wirft, so bleibt nur der mittlere Theil mit den starken Längsmuskelpolstern ungefähr in seiner Lage, die seitlichen Theile hingegen rollen sich spiralig ein, offenbar in Folge von Wasseraufnahme und Anschwellung des Bindegewebes, welche eine solche Volumszunahme bewirken, dass die Länge des seitlichen Hautrandes nicht mehr zureicht; im mittleren Theile halten die Muskelpolster gewissermassen als zwei Längsstäbe die Form im Ganzen aufrecht. So wie hier, wird nun das Bindegewebe auch im Leben Wasser einsaugen, sobald die Haut beim Kriechen erschlafft und gedehnt wird. Dass die contractile Hautmuskulatur durch ihre Thätigkeit das Wasser entfernt, erkennt man, wenn man an einer aufgequollenen Schnecke einen Hautschnitt macht, worauf sofort unter heftiger Muskelcontraction eine ansehnliche Wassermenge ausfliesst. Wischt man aber eine aufgequollene Schnecke an irgend einer Stelle trocken, wodurch man zugleich zur Contraction reizt, so sieht man das Wasser in kleinen Tropfen dicht nebeneinander hervorquellen (ob auch an der Sohle, habe ich nicht in Erinnerung). Die Tröpfchen vereinigen sich bald und bilden wieder eine gleichmässige Flüssigkeitsschicht. Ich zweifle nicht, dass die Tröpfchen aus den Drüsenöffnungen hervorkommen. Haben wir aber so den Weg gefunden, auf welchem das Wasser den Körper verlässt, so haben wir damit auch wohl ebensogut den Weg, auf welchem es eindringt. Der Vorgang wäre also der, dass die locomotorische Muskulatur die Haut verlängert und dass nun das Bindegewebe die berührende Flüssigkeit aufsaugt. Derselbe Modus wird aber, da er ohne alle besondere Thätigkeit nebenbei mit besorgt wird und da die Schnecken bei feuchter Umgebung niemals wasserarm gefunden werden (was bei willkürlicher Wasseraufnahme wahrscheinlich wäre), ebenso wie beim Experiment, auch im Leben vor sich gehen.

Befunden der Retractorvertheilung harmoniren. Das sind Furchen, welche ungefähr bestehen aus zwei Systemen von zahlreichen concentrischen Kreisabschnitten. Die Systeme liegen symmetrisch zu einander und ihre Mittelpuncte fallen in den Vorderkörper. Diese Furchen entsprechen offenbar dem vorn sich kreuzenden Bogenverlaufe der Retractorelemente (s. o.) und deren weiterer Vertheilung in der Sohle. Die Furchen zeigen zudem, dass die meisten Querbündel namentlich auf die Hautmuskulatur zu beziehen sind. Trägt nun so das Todtenbild der Helixsohle die deutlichsten Spuren von Contraction der gewöhnlichen Muskulatur, so kann schon aus dem Fehlen der Furchen in der Richtung der extensilen Fasern geschlossen werden, dass sich diese Fasern wenigstens nicht verkürzt haben. Dass sie sich aber im Gegentheil verlängern, glaube ich folgern zu müssen aus der starken Convexität gehärteter Sohlen, die flach abgeschnitten waren. Die Krümmung ist durchaus stärker, als sie aus allen Combinationen, die ich unter den contractilen Fasern aufsuchte, folgen kann und darf wohl nur erklärt werden aus der Verlängerung der nahe unter der Haut eingelagerten locomotorischen Muskulatur. Eine solche Verlängerung nach dem Tode während der Starre zeigt bei Helix auch folgender Versuch. Wenn man an der abgeschnittenen starren Sohle vorn auf einer Seite das Epithel und die damit verbundenen contractilen Hautmuskelfasern abtrennt, so biegt sich die Sohle nach der Gegenseite, indem sie sich auf der, wo das hindernde Epithel fehlt, ausdehnt.

Leichter als bei Helix lässt sich die Verlängerung der locomotorischen Muskulatur nach dem Tode bei den nackten Schnecken nachweisen. Hierbei muss man jedoch einige Vorsicht anwenden in der Unterscheidung, ob man es mit wirklich starren Fasern zu thun hat. Bei Helix erstarrt die Sohle gleich beim Abschneiden, und sie bleibt starr, wenn man sie nicht zu spät in erhärtende Flüssigkeiten bringt. Bei Arion sieht man meist zunächst nach dem Lostrennen der Sohle Starre eintreten, wobei die Sohle sich ein wenig, etwa um 1 Cm., verlängert, was auf den Wegfall der Contraction der oberen Körperhaut zu setzen. Nach einiger Zeit, manchmal erst nach zwei Stunden, beginnen dann in der locomotorischen Muskulatur sehr auffällige unregelmässige Fluctuationen, und wenn diese allmälig aufhören und man die Sohle erhärtet, so erfolgt nachträglich noch eine bedeutende Verlängerung mit Biegung. Leider gelang es mir nicht (allerdings nur unter Anwendung von Zink- und Kupferblech), eine geordnete Wellenbewegung wieder hervorzurufen, doch bezweifle ich, dass eine solche überhaupt leicht erreicht werden kann, deshalb weil ich die eigenthümliche Action der locomotorischen Fasern im Wesentlichen auf die Folge und Anordnung

der Nervenreize schieben zu müssen glaube, die man beim Experiment gewiss nach Möglichkeit wiedergeben müsste. Ich will überhaupt nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass für die Vermuthung, die locomotorische Muskulatur müsse sich in der Todtenstarre verlängern, bedeutende Bedenken entstehen aus der Unregelmässigkeit der Fluctuationen bei den ungeordneten Reizen nach dem Tode. Wenn da das Myosin einer Faser bald hier, bald dort zu gerinnen anfängt, so folgt durchaus nicht die Verlängerung der Faser, die im Leben auf die regelmässigen Wellen sich gründet, sondern es könnte jetzt die Volumszunahme ebenso wie bei den gewöhnlichen Fasern in Verkürzung sich äussern. Gleichwohl wird man zugeben müssen, dass die letztere Möglichkeit deshalb wenig für sich hat, weil vermuthlich die Sarcolemmspannung und andere Umstände allmälig eine auf Verlängerung abzielende geworden ist, oder weil, möchte ich sagen, alle Factoren, welche die Form der activen Muskelfaser mit beeinflussen, durch Gewöhnung während des Lebens darauf eingestellt sind, durch Gerinnung namentlich in der Längsrichtung das Volum sich vermehren zu lassen. Diese Wirkung, die Verlängerung nach dem Tode, wird natürlich um so bedeutender sein, je mehr die Gerinnungsfolge sich dem Vorgange im Leben nähert. Das zeigt Limax agrestis, wo beim schnellen Lostrennen der Sohle eine regelmässige Wellenbewegung eintrat. Schneidet man einem lebenden (contrahirten) Thiere die Sohle ab, so verlängert sie sich plötzlich, wobei sie sich spiralig einrollt, die Fussfläche mit der locomotorischen Muskulatur nach aussen wendend. Der Versuch gelingt um so besser, je schneller der Schnitt. Rollt man die Sohle vorsichtig auf, ohne irgendwie zu dehnen, so erhält man reichlich die anderthalbfache Länge des übrigen Körpers, der, durch Berührung gereizt, durch Hautcontractionen sich noch zu verkürzen sucht. Lässt man die Sohle wieder los, so erfolgt abermalige Einrollung unter Wellenbewegung. Die Sohle hat die Kraft, frei in der Luft an einem Ende gehalten, sich halb einzurollen, also das Gewicht zum Theile zu überwinden. Natürlich sind diese Versuche in der Luft angestellt, so dass eine Verwechslung mit jener Einrollung der seitlichen Sohlentheile von Arion im Wasser (s. die letzte Anm.) ausgeschlossen bleibt. Im Allgemeinen ergeben die sämmtlichen Sohlen von Helix und den Nacktschnecken, von den letzteren namentlich, wenn man die Theile, die der locomotorischen Fasern entbehren, lostrennt, in der Starre eine ziemlich bedeutende Verlängerung, jedesmal mit einer spiraligen Einrollung verbunden. Die Einrollung ist aber lediglich auf die Verlängerung zu schieben, denn sie erfolgt zunächst vorn, wo ja im Leben die Verlängerung zum Ausdruck kommt. Freilich sind solche Sohlen aus Spiritus oder ande-

ren erhärtenden Flüssigkeiten weniger lang, als im ausgestreckten Zustande während des Lebens, ein Umstand, den gewiss die Wasserentziehung bedingt. Härtet man ganze Thiere, so bleibt meist die Sohle vollkommen gerade, jedenfalls aber nicht unerheblich länger als bei der höchsten Contraction während des Lebens auf Berührungsreize, wo ja die locomotorische Muskulatur ruht. Es kommt auch vor, dass bei gehärteten Thieren die locomotorische Muskulatur, da ihre Verlängerung oben in der contrahirten Haut einen zu heftigen Widerstand findet, sich nach unten einrollt oder doch stark verbiegt, wie ich solches an einem Limax agrestis sah. Und so ist denn das wesentliche Resultat dieses Abschnittes, dass die extensile Muskulatur in der Starre sich ebenso verhält, wie im Leben während der Thätigkeit, dass sie sich verlängert.

d. Messungen und Berechnungen. Gern hätte ich die Leistungsfähigkeit der locomotorischen Muskulatur durch ähnliche Arbeitswerthe ausgedrückt, wie es die Physiologen bei den Muskeln der Wirbelthiere gethan haben. Doch habe ich wenig erreicht; denn ein solcher Versuch scheitert vor der Hand an der Untrennbarkeit der betreffenden Muskulatur von den übrigen Fasern, — an der Eigenthümlichkeit des Processes selbst, der keinen Lastenhub, sondern im Wesentlichen eine innere Gestaltveränderung, die Verlängerung in bestimmter Richtung bezweckt, — an der Unmöglichkeit, andere Reize, als die natürlichen der Innervation wirken zu lassen, — an der negativen Wirkung des Tetanus (wie ja jede neue Reizung bei Belastung, jede Erschütterung eine Unterbrechung und eine Umlagerung der einen Gerinnselhälfte zur stabilen, also nicht weiter verlängernden Welle wenigstens für einige Zeit zur Folge hat), — endlich an der Besonderheit der Wirkung, welche bei Belastung nicht nur den Lastenhub zu leisten, sondern namentlich durch Druck auf die Unterlage die Adhäsion zu erhöhen hat.

Um indess einigermassen einen bestimmten Ausdruck für die mechanische Arbeit der Muskeleinheit zu gewinnen, suchte ich die Arbeitsgrösse zu berechnen, welche ein Reiz eines einzelnen Nerven auf ein Muskelgebiet verursacht, und zwar unter gewöhnlichen Umständen und bei Belastung, und wie sich dabei die Leistung der einzelnen Muskelfaser stellt. Es ist also zunächst die Häufigkeit der Reize während der Thätigkeit der extensilen Fasern zu suchen. Da fragt es sich, ob überhaupt von einer Wiederholung des Reizes gesprochen werden darf, oder ob nicht vielmehr der Nerv während der Dauer der Action in einen gleichmässig anhaltenden Reizungszustand, wie er sich in der stabilen Welle äussert, versetzt wird, einen Zustand, der nur durch neue von

aussen herantretende Reize temporär verstärkt werden könnte, um dann wieder auf den normalen Reizzustand zurückzusinken; dieser würde verschwinden mit dem Willen des Thieres zu kriechen oder mit einer sehr ausgesprochenen Richtung des Nervencentrums auf den Retractor. Da indess bei vielen Schnecken die stabile Welle, die ich immer bei Helix pomatia sah, von mir nicht bemerkt wurde, da der erste Nervenreiz bei Beginn der Action gleich eine volle Welle erzeugt und da ein neuer Reiz während des Kriechens eine ziemlich starke Welle hervorbringt, die dann verschwindet, so glaube ich entsprechend den allgemeinen Gesetzen der locomotorischen Nerven, dass die Nervenreize sich regelmässig wiederholen so oft, als eine Welle von einem Innervirungspunct zum andern fortschreitet, dass aber jede Welle jedesmal, wenn sie einen solchen Punct passirt, einen neuen Reiz erhält. Dann wäre die stabile Welle nicht als der volle Reizzustand, sondern nur als ein Ausklingen desselben zu deuten. Nimmt man dies an, so wird die Wiederholung des Reizes in einer Minute durch die Rubrik F der Tabelle gegeben. Danach folgen sich im Allgemeinen die Reize schneller bei kleineren Thieren derselben Art oder desselben Geschlechts, was vielleicht eine gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes in den Nerven bei den Schnecken anzeigt. Bei Belastung wird im Allgemeinen, wenn man sich an Helix pomatia bei 50 Gr. angehängten Gewichtes hält, der Reiz durchaus nicht beschleunigt, sondern er bleibt eher auf einer niederen Mittelzahl stehen, und dies stimmt wieder mit dem obigen Gesetze, dass die grösste Leistung nicht der höchsten, sondern einer mittleren Wellengeschwindigkeit zukommt.

Die Pausen zwischen den einzelnen Reizen sind, wenn man an die Muskeltöne der Wirbelthiere und die sie bedingende Häufigkeit der Reize denkt, enorm zu nennen, sie betragen ungefähr 1—1$^1/_2$ Secunde.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nervenreizes fällt natürlich zusammen mit den Zahlen der Rubrik B, mit der Wellengeschwindigkeit; doch möchte ich eigentlich hier gar nicht von einer solchen Reizfortpflanzung reden, da ich die Wellenbewegung vielmehr aus der Anordnung localer, fester, die Lösungsfähigkeit des Serums herabsetzender Reize zu erklären suchte.

Die Leistungsgrösse der zu einem Innervirungsgebiete gehörenden Muskulatur auf einen Reiz hin wird, wenn man 10 als Durchschnittszahl der bei Helix pomatia gleichzeitig die Sohle bedeckenden Wellen ansieht, ausgedrückt durch die Formel $\frac{E}{10\,F}$. Deren Werth ist bei Helix pomatia Nr. 3 von 2,45 Gr. Körpergewicht 0,00029, bei Nr. 12 von 13,6 Gr. 0,00184, und bei Nr. 23 von 18,6 Gr. 0,00158 Grammmeter;

bei erhöhtem Reiz, bei Belastung aber, wird er ungleich höher, z. B. bei Helix pomatia Nr. 16 von 16,2 Gr. und 50 Gr. Belastung 0,00627 Grammmeter. Diese Leistungswerthe lassen sich schwer mit denen der Wirbelthiermuskeln vergleichen. Will man eine Parallele suchen, so hat man etwa von der Thatsache auszugehen, dass ein Cubikcm. quergestreiften Froschmuskels einige Tausend Grammmeter zu leisten vermag. Beim Vergleiche stösst man sofort wieder auf die Schwierigkeit, den Cubikinhalt der locomotorischen Muskulatur zu berechnen, theils wegen der Durchflechtung mit anderen Fasern, theils wegen der ungleichen Länge des Fusses bei der Action. Man wird vielleicht nicht ganz fehlgreifen, wenn man den Raum der locomotorischen Fasern auf einem Querschnitte nach Augenmaass auf den zwanzigsten Theil der ganzen Schnittfläche schätzt. Nimmt man dann ferner die Wellendistanz bei Helix pomatia auf 0,75 Centimeter an und den Querdurchschnitt der Sohle auf 1—2 □Cm., so hätte man, um die Reduction der Leistung auf einen Cubikcm. vorzunehmen, die obigen Leistungswerthe ungefähr zu verzwanzigfachen, wobei man immer noch sehr geringe Werthe gegen die Leistung des Frosches erhielte. Eine etwas zutreffendere Reduction auf ein einheitliches Maass erhält man wohl, wenn man die Leistung der einzelnen Muskelfaser sucht. Zu dem Zwecke schnitt ich den gehärteten Fuss von Helix pomatia in zwei Längshälften und legte nun Querschnitte an, in denen ich die Muskelfasern zählte. Da erhielt ich denn bei einem ausgewachsenen Thiere im horizontalen Längsschnitte bei einer Zählung 300, bei einer anderen 340 Längsfasern, im verticalen Längsschnitte aus der Fusslängsmitte einmal 100, dann 115, in einem gleichen aus dem Schwanzende einmal 180, dann 187 Längsfasern. Im letzteren Falle sind aber die oberen Längsfasern, die ja zum Retractor gehören (s. o.), mitgezählt, daher ich als Durchschnittszahlen für die Längsfasern in der Breite 300 oder in der ganzen Sohle 600 und in der Höhe 100 annehme, was dann die Gesammtsumme von 60000 locomotorischen Fasern ergiebt. Verticale Querschnitte bestätigen, dass alle Lücken dicht von Längsmuskelbündeln erfüllt sind, deren jedes wohl aus 30 bis 40 Fasern besteht, so dass jene Summe kaum zu hoch gegriffen sein dürfte. Dividirt man demnach die obigen Leistungswerthe durch 60000, so erhält man als Maximalleistung einer locomotorischen Muskelfaser von 7,5 Mm. Länge auf einen Nervenreiz 0,000000026 Grammmeter.

Ich unterlasse es, mich weiter in solchen Zahlen zu verlieren, die wohl im Allgemeinen dienen können, im Vergleiche mit anderen Daten die Anschaulichkeit zu erhöhen, bei weiterer Detaillirung aber gewiss als Spielerei erscheinen würden. Mehr Gewicht wäre wohl noch auf

sie zu legen, wenn wir erst die Leistungsfähigkeit der gewöhnlichen contractilen Schneckenmuskulatur kennten, eine Arbeit, die wohl nicht zu schwierig und den Physiologen sehr an's Herz zu legen wäre. Wenn wir auch annehmen dürfen, dass die Leistung der contractilen Schneckenmuskulatur geringer ist, als bei einem Wirbelthier, so möchte sie doch dieser nicht allzusehr nachstehen, wie man sieht an dem momentanen Zurückschnellen der Fühler oder an der Gewalt, mit der der Körper ins Haus gezogen wird, wenn man ihn aussen festzuhalten sucht.

Wohl auf keinen Fall wird anzunehmen sein, dass der chemische Vorgang bei der contractilen und bei der extensilen Muskulatur ein essentiell verschiedener sei; denn der Unterschied der Thätigkeiten beider beruht lediglich in der Anordnung und Folge der Nervenreize. Diese Verschiedenheit aber in der Auslösung des chemischen Processes bewirkt einen ungleich niederen Ausdruck der mechanischen Leistung bei der extensilen Faser als bei der contractilen. Als möglich und wahrscheinlich darf es wohl angesehen werden, dass das Deficit an mechanischer Leistung ein Aequivalent an innerer Wärme oder Electricitätsentwicklung habe, ein Umstand, der wohl zu erwägen ist, von dem ich aber bekennen muss, dass mein Augenmerk nicht darauf gerichtet war.

III. Zusammengefasste Ergebnisse.

Unter der willkürlichen Muskulatur der Schnecken verstehe ich den Hautmuskelschlauch mit den davon abgelösten Strängen. Die letzteren sind bei den Heliciden namentlich der Musculus columellaris mit den Fühlermuskeln. Die Wirkungsweise der Hautmuskulatur wird etwa zwischen der der glatten und der quergestreiften Fasern der Wirbelthiere die Mitte halten und mit ihr dem Wesen nach gleich sein, sie steigert sich in den anatomisch differenzirten Theilen, im Retractor, wo auch die Histologie die grösste Annäherung zur Querstreifung nachweist; und ich zweifle, dass die Leistungsfähigkeit etwa des Ommatophorenretractors der der Froschmuskulatur erheblich nachsteht. Von dieser Muskulatur, welche durch Contraction wirkt, ist eine andere vollständig zu trennen, deren Fasern sich in der Thätigkeit verlängern. Ich stelle diese letztere als extensile der ersteren oder contractilen entgegen. Die extensile Muskulatur besorgt die Locomotion, die contractile die Lageveränderung der einzelnen Körpertheile gegen einander. Die Elemente der extensilen oder locomotorischen Muskulatur sind Längsmuskelfasern in der Sohle; bei Helix ziehen sie in der ganzen Fussbreite, nur hinten ein wenig mehr vom Rande frei-

lassend, zwischen den übrigen Muskelfasern hin, nahe dem unteren Epithel; bei Arion und Limax sind die Längsfasern auf das mittlere Drittel der Sohle beschränkt, bei Arion bilden sie zwei parallele starke Muskeln durch die ganze Sohlendicke, wo die übrigen Fasern zurücktreten; zwischen den Muskeln verlaufen weitere locomotorische Fasern in dünnerer Schicht unter der Fussdrüse; bei Limax liegt die locomotorische Muskulatur in der Mittelsohle als dünne Schicht unmittelbar zwischen dem Epithel und dem Hauptblutsinus der Sohle. Die contractile Muskulatur bildet in der Körperbedeckung Netze von allen möglichen Faserrichtungen, von da aus gehen auf die Sohle namentlich Querfaserzüge über, die nach hinten an Stärke zunehmen. Ausserdem verlaufen in der Sohle rechtwinklig sich kreuzende, zahlreiche schräge Fasern nach rechts und links, so dass auf Horizontalschnitten bei einiger Regelmässigkeit das Bild des Rohrgeflechtes aus einem Stuhle zum Vorschein kommt. Diese Schrägfasern stammen bei Helix in der vorderen Sohlenhälfte wohl fast alle vom Retractor. Dessen Bündel strahlen so in die Sohle aus, dass die vorderen Fasern sich bogenförmig kreuzen, die hinteren in die schräg- bogenförmige und quere Richtung übergehen. Dazu kommen in der Helixsohle feine senkrechte Fasern, welche theils aus dem Retractor stammen, theils (in den hinteren Theilen) von der oberen Haut, und welche sich in dem mehrschichtigen Cylinderepithel der Sohle verlieren, endlich noch Muskeln, die bogenförmig von einer Hautpapille zur andern ziehen. Eine besondere Muskelschicht zeichnet die Fussdrüse aus, die oben eine dünne Wand hat, unten aber eine dicke, weissliche, mit sehr tiefen Einbuchtungen. Ueber der Drüse liegt als Dach eine mässige Schicht querer Muskelfasern, unter ihr bäumen sich die locomotorischen Längsfasern fast senkrecht in die Wülste zwischen den Einbuchtungen auf. Endlich ist noch eine Längsmuskulatur zu erwähnen, aus der oberen Hälfte der hinteren Theile des Helixfusses. Diese kommt von der Spindel und ist contractil; wie der Retractor den Vorderkörper, so nähert sie das Schwanzende der Spindel, wirkt also beim Bergen des Körpers in der Schale mit.

Die Innervirung dieser Muskulatur ist folgende: Die contractilen Bündel erhalten ihre Nerven wohl alle oder zum grossen Theile aus den Pedalganglien, mit einem Verlaufe der Nerven, wie ihn gerade die anatomische Lage der Muskeln setzt. Ausser dem Centrum für diese Nerven müssen die Pedalganglien noch ein anderes enthalten für die locomotorische Muskulatur. Deren Nerven laufen paarweise symmetrisch in zwei parallelen Längsreihen zur Sohle, hier in regelmässigen Abständen (von etwa 7,5 Mm. bei Helix pomatia) zu den Muskeln tre-

tend. Die Nerven des ersten Centrums wirken auf die Muskelfasern nach den über die motorischen Nerven bekannten Gesetzen und erzeugen die Contraction, wie bei anderen Thieren. Anders die Nerven des locomotorischen Centrums. Hier wird stets das erste Paar zuerst in Erregung versetzt und darauf fortschreitend nach hinten die übrigen. Beide motorischen Nervencentra stehen in der Wechselbeziehung, dass sie zwar unter gewöhnlichen Lebensbedingungen gleichzeitig wirken, dass sie aber eine hohe Arbeit (bei starker Belastung des Thieres) nur abwechselnd zu leisten vermögen.

Die Erregung eines motorischen Nerven hat zur Folge die Verminderung der Lösungsfähigkeit des Muskelserums für Myosin, daher am Insertionspuncte in dem sonst vollkommen durchsichtigen und flüssigen Muskelinhalt ein Gerinnsel entsteht, welches je nach dem Einfall des Lichtes bei Limax cinereoniger nach vorn oder hinten einen Schatten wirft. Die Myosingerinnung ist, wie längst feststeht, mit einer Expansion verbunden. Diese Expansion und Gerinnung äussert sich bei den contractilen Fasern durch Volumszunahme und Verkürzung, bei den extensilen durch Verlängerung. Die Verlängerung hat ihren Grund in der Anordnung der Reizauslösung der Nerven. Wenn deren vorderstes Paar am Insertionspuncte die Lösungsfähigkeit des Serums auf ein bestimmtes Maass herabsetzt, so entsteht ein Gerinnsel. Das veränderte Serum vermischt sich am Hinterrande durch Diffusion mit dem unveränderten, daher das Gerinnsel von diesem Rande her wieder gelöst wird. Tritt nun das zweite Nervenpaar in den Reizzustand, so setzt es an seinem Insertionspuncte ebenfalls die Lösungsfähigkeit herab, und es entsteht ein Gerinnsel. Dieses wird an seinem Hinterrand ganz wie das erste gelöst. Nun zeigt aber ein Experiment, dass die Herabsetzung der Lösungsfähigkeit eine ganz constante ist. Wenn man nämlich eine bei Belastung kriechende Schnecke durch Erschütterung reizt und die Gerinnsel (beweglichen Wellen) nicht an den Nerveninsertionen sich befinden, so entsteht an diesen ein neues Gerinnsel, aber auf Kosten der früheren, welche um das Maass der neuen schmäler werden. So muss nun, wenn das zweite Nervenpaar durch Reiz ein Gerinnsel hervorbringt, welches sich, da es hinten gelöst wird, nach vorn ausbreitet, das Serum wiederum einen Theil vom Hinterrande des ersten Gerinnsels lösen und dieses weiterhin, da die Lösungsfähigkeit, also auch die Coagulationsmasse, constant, wieder die vor ihr gelegenen Myosintheile gerinnen lassen. Die fortschreitende Lösung am Hinterrande des ersten Gerinnsels beim Auftreten des zweiten wird vielleicht unterstützt durch die Expansion des letzteren, welche das Serum mit gewisser Kraft dagegen drückt. Auf diese Weise kommen die Gerinnselmassen

in eine fortschreitende Bewegung nach vorn. Die Wirkung der Expansion der ununterbrochen an der Vorderseite der Gerinnsel statthabenden neuen Coagulationen ist theils die Verlängerung des ganzen Fusses am vordern Körperpole, theils die Verlängerung der Zwischenräume zwischen den einzelnen Wellen, theils endlich ein Druck auf die Unterlage und Verstärkung der Adhäsion, welche im übrigen durch das Secret der eigenthümlichen Sohlenhautdrüsen und der Fussdrüse zu Stande kommt (s. u.). Die Anordnung der Nervenreize macht es erklärlich, dass die Kraft vorn am grössten, daher hier stets eine feste Adhäsion, während das Schwanzende bei gewöhnlichem Kriechen meist von der Unterlage absteht. So sucht denn die Thätigkeit der locomotorischen Fasern die Schnecke unausgesetzt vorn zu verlängern; und in der That wird das Thier beim Kriechen länger, bis zu einem gewissen Maximum, auf welchem es, einfach weiter gleitend, verharrt. Die weitere Extension wird verhindert theils durch die Beschaffenheit des Sarcolemms, theils und hauptsächlich durch die Wirkung der contractilen Muskulatur, bei der freien Schnecke durch deren Faserspannung, bei der belasteten durch ihre Verkürzung. Bei Belastung folgt jedesmal, wenn das Haus angezogen wird, eine besondere Verkürzung, und überhaupt ist die Länge des Fusses umgekehrt proportional der Belastung (der Retractorthätigkeit), wobei indess eine Verbreiterung der Sohle eintritt, so dass immer dieselbe Fläche der Unterlage bedeckt wird.

Ausser dem Kriechen leistet die locomotorische Muskulatur noch ein doppeltes. Indem sie sich und die ganze Schnecke verlängert, drängt sie zunächst die contractilen Muskelfasern auseinander, daher die Schleimdrüsenmündungen offen bleiben. Da bewirkt denn die hohe Anziehungskraft des Bindegewebes für Wasser, dass von aussen Wasser durch die Drüsen in den Körper hineinstürzt. Also die Wasseraufnahme und Quellung wird von der locomotorischen Muskulatur mit besorgt, dazu zweitens die Entleerung der Fussdrüse. Während der locomotorischen Thätigkeit werden die contractilen Fasern quer über der Drüsendecke, welche von den locomotorischen Nerven mit versorgt werden, jedenfalls verkürzt und drücken die Decke nieder; von den extensilen Fasern aber sagte ich, dass sie sich unter der Drüse aufbäumen in die Wülste hinein. Wenn die sich nun verlängern, so drängen sie den Drüsenboden sehr constant und allmälig, den Wellen entsprechend, gegen die Decke, so dass nun eine regelmässige Schleimentleerung besteht, so lange als die Kriechbewegung anhält.

Die Anzahl der Insertionspunctpaare der locomotorischen Nerven und der von ihnen ausgehenden Wellen ist am grössten bei Limax ci-

nereoniger, nämlich 18 oder 19, bei Arion 17, bei Helix hortensis 5—8, bei Helix pomatia 8—11; bei der letzteren Schnecke fällt die niedrige Anahl 8 oder 9 auf kleinere Thiere, die höhere 11 auf ausgewachsene; es folgt daraus, dass der Nerven- und Muskelapparat sich während des Lebens noch fortbildet, und zwar geschieht die weitere Sonderung am Schwanzende. Bei der normalen Thätigkeit ist anzunehmen, dass die Nerven jedesmal, wenn eine bewegliche Welle an ihrem Insertionspuncte ankommt, einen neuen Reiz ausüben und dadurch das Wellenspiel unterhalten. Die Reize folgen sich dann an jedem einzelnen Nerven in ziemlich grossen Pausen von 1—1 $^1/_2$ Secunden; die Pausen sind etwas kürzer bei kleineren Thieren derselben Art oder bei kleineren Arten desselben Geschlechts; durch Belastung, also erhöhten Reizzustand, wird die Pause nicht verkürzt, jedenfalls aber der einzelne Reiz stärker. Mit der Häufigkeit der Reize correspondirt die Geschwindigkeit, mit ihrer Stärke die Intensität (Farbe und Abgrenzung) der über den Fuss hingleitenden Wellen. Im Allgemeinen steigt die normale Leistung, also die Körpergeschwindigkeit proportional der Intensität und Geschwindigkeit der Wellen bis zu einem gewissen Maximum, bei dessen Ueberschreitung (Ueberhastung) sie wiederum abnimmt; eine mittlere Wellengeschwindigkeit von 30—40 Cm. in der Minute hat die stärkste Körpergeschwindigkeit zur Folge. In diesem Gesetz ist es ausgesprochen, dass für den Zweck der Locomotion für gewöhnlich nicht die ganze Wellenkraft aufgeboten werden kann; denn die höchste Körpergeschwindigkeit fällt nicht mit der höchsten Wellengeschwindigkeit zusammen. Dadurch erklärt sich aber einerseits die Möglichkeit einer lange anhaltenden gleichmässigen Kriechbewegung einer Schnecke ohne Ermüdung, während andererseits die höchste Wellenkraft aufgespart wird für erhöhte Anstrengungen mit verminderter Geschwindigkeit, für gesteigerten Druck, wie er beim Ueberwinden von Hindernissen, welche die Schale einklemmen, oder bei der Eiablage zum Bohren nothwendig. Die Körpergeschwindigkeit, welche durch die Wellen erzielt werden kann, ist je nach der Art verschieden, bei Helix pomatia steigt sie bis 8, bei hortensis bis 9, bei Limax agrestis bis 13, bei cinereoniger bis 5 und bei Arion bis 2 Cm. in der Minute. Dabei erweisen sich die Wellen in der Jugend etwas wirksamer als im Alter, was vielleicht in der allmälig anwachsenden Consistenz des Muskelfaserinhaltes seinen Grund hat. Und diese Regel, dass junge Thiere derselben Art mit etwas weniger Wellen doch kräftigere Wellen haben als die erwachsenen mit mehreren, giebt, wenn man die Versuchszahlen der verschiedenen Schnecken in Erwägung zieht, das Gesetz, dass die Leistungsfähigkeit der locomo-

torischen Wellen eines Thieres umgekehrt proportional ist der Anzahl der gleichzeitig die Sohle bedeckenden Wellen; die Gerinnungsmassen bei der Thätigkeit einer gewissen Fasergruppe werden, so lässt sich das Gesetz auch ausdrücken, die gleiche Wirkung haben, seien sie auf einen, zwei oder mehrere Puncte vertheilt. Es wird aber durch diese Regel verständlich, warum nicht Schnecken mit grosser Wellenzahl und Wellengeschwindigkeit, wie Arion und Limax, auch die höhere Körpergeschwindigkeit haben.

Ziemlich schwierig ist es, einen mechanischen Kraftausdruck für die Einheit der locomotorischen Muskulatur zu finden, deshalb, weil sich eben eine Einheit nur annähernd finden lässt. Auf den Cubikcm. Muskulatur die Leistung zu reduciren, verbietet die Durchkreuzung der extensilen Fasern durch die der Haut und des Retractors. Ich versuchte daher die Leistung der einzelnen Faser zu berechnen; und wenn sich da die Faseranzahl bei Helix pomatia auf 60000 stellt, so wäre die Leistung einer Faserlänge von etwa 0,75 Cm., d. h. aus einem Innervirungsgebiete, auf einen Nervenreiz, also in etwas mehr als einer Secunde auf 0,000000026 Grammmeter zu setzen, eine Leistung, die jedenfalls gegen die einer quergestreiften contractilen Faser ungeheuer zurücksteht. Da muss aber behauptet werden, dass die Leistung der contractilen und der extensilen Fasern im Grunde ganz incommensurable Grössen sind, wegen der völlig verschiedenen Art und Weise, in welcher die Gerinnungsexpansion zum Ausdruck kommt, denn bei der contractilen Faser ist die Gestaltsveränderung des gerinnenden Inhalts unmittelbar die Kraft, welche auf die an den Faserenden angebrachten Objecte, Sehnen etc., wirkt, bei den extensilen wirkt die Gerinnungsexpansion erst in allmäliger Summirung auf den freien Fasertheil, welcher mehr und mehr gespannt und gedehnt wird, und diese Dehnung der Faser leistet die Dehnung, Verlängerung des ganzen Körpers, wozu wohl mehr gehört, als zur einfachen Fortbewegung der Last, nämlich die Ueberwindung der gesammten Reibungs- und Elasticitätswiderstände der einzelnen Körperelemente gegen einander; ausserdem aber wirkt die Gerinnungsexpansion nicht allein in der Längsrichtung nach vorn (aus welcher Componente eben die vorige Leistung entspringt), sondern auch in der Querrichtung der Faser, wo sie eine Verdickung, eine erhabene Welle hervorruft. Diese Componente darf nicht unterschätzt werden, denn sie ist es, welche den Körper an der Unterlage befestigt durch Adhäsionsdruck. Jener mechanische Ausdruck der Faserleistung bezieht sich also nur auf einen Theil der Wirksamkeit, freilich auf den, welcher zunächst allein in die Augen fällt und messbar ist.

Wie die locomotorische Muskulatur in der Thätigkeit sich gerade umgekehrt verhält gegen die contractile, so sind sich natürlich auch die Ruhezustände entgegengesetzt. Da aber der Thätigkeitszustand der extensilen von der der contractilen Fasern sich dadurch unterscheidet, dass bei jenen nur immer ein Bruchtheil, bei diesen die ganze Faser wenigstens annähernd gleichzeitig in Gerinnung sich befindet, so muss bei der ersten der Unterschied zwischen Ruhe- und Thätigkeitszustand viel geringer sein als bei der letzteren. Und so ist denn die Verkürzung der locomotorischen Fasern bei der Ruhe nicht eben allzu bedeutend, jedenfalls erheblich geringer, als die Verkürzung der contractilen bei der Thätigkeit.

Das Verhalten der extensilen Muskelfasern in der Todtenstarre stimmt mit dem während der Thätigkeit überein. Alle contractilen Fasern finden wir an einer gehärteten Schnecke stark verkürzt, die extensilen aber verlängert, und die Körperform eines solchen Thieres ist immer die Resultante der beiden entgegengesetzten Wirkungen. Schneidet man die Körpertheile mit der locomotorischen Muskulatur heraus, so erfolgt in der Starre eine recht erhebliche Verlängerung, fast immer mit einer Biegung, wie sie bei der Ungleichmässigkeit der Widerstände in der Umgebung der locomotorischen Fasern kommen muss. Die Biegung und Verlängerung findet, ganz wie im Leben, durchaus vorn ihren kräftigsten Ausdruck.

Zum Schlusse füge ich die Vermuthung hinzu, das Kriechen möchte nicht nur bei den untersuchten Arten und Geschlechtern auf der Extension der locomotorischen Muskulatur beruhen, sondern bei allen den Schnecken, deren Bewegung eine gleitende ist und welche daher von Fischer (Journal de Conchyliologie. Paris 1857. p. 36) als »glisseurs« bezeichnet werden, eine Vermuthung, die freilich künftiger Untersuchung und Bestätigung harrt. Nicht eben viele Schnecken haben eine andere Form der Locomotion, die schreitende, daher Fischer sie (l. c.) »arpenteurs« nennt; hier heftet sich der Mund fest, darauf wird die rechte, nachher die linke Sohlenhälfte losgelöst, nach vorn geschoben und wieder befestigt, worauf der dreifache Rhythmus sich wiederholt. Da diese Schreitbewegung indess sich bei manchen Cyclostomen findet, während andere Arten dieses Genus gleiten, so liegt es wohl nahe anzunehmen, dass auch hier die Verschiebung der Sohlentheile auf Extension der betreffenden, locomotorischen Muskelfasern beruhe. Ich kann daher nur glauben, dass diese extensilen Muskelfasern bei allen oder doch bei fast allen Schnecken für die Ortsbewegung die wichtigen Factoren sind.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Die Bilder 1—4 stellen am Glase emporkriechende Schnecken von der Sohle aus dar.

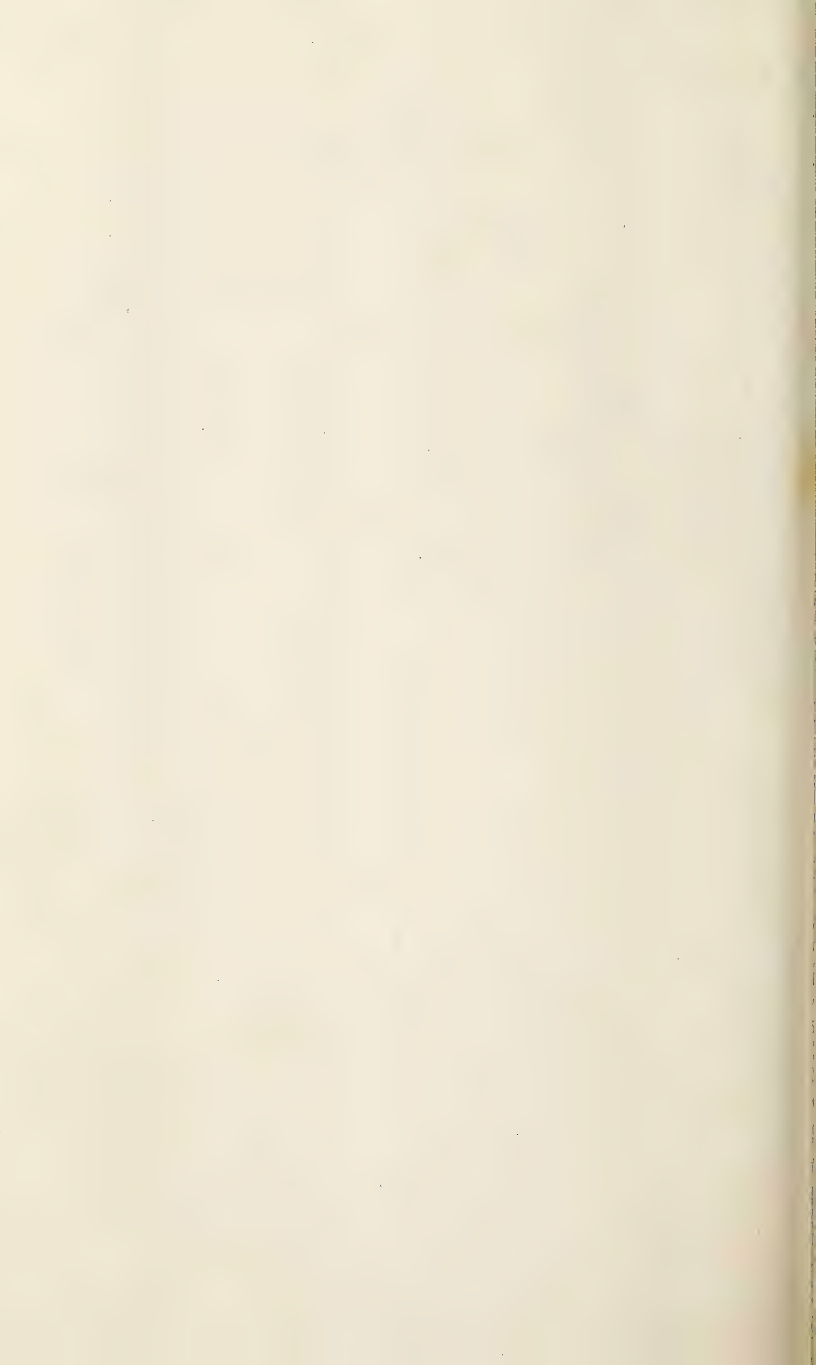
Fig. 1. Arion empiricorum.

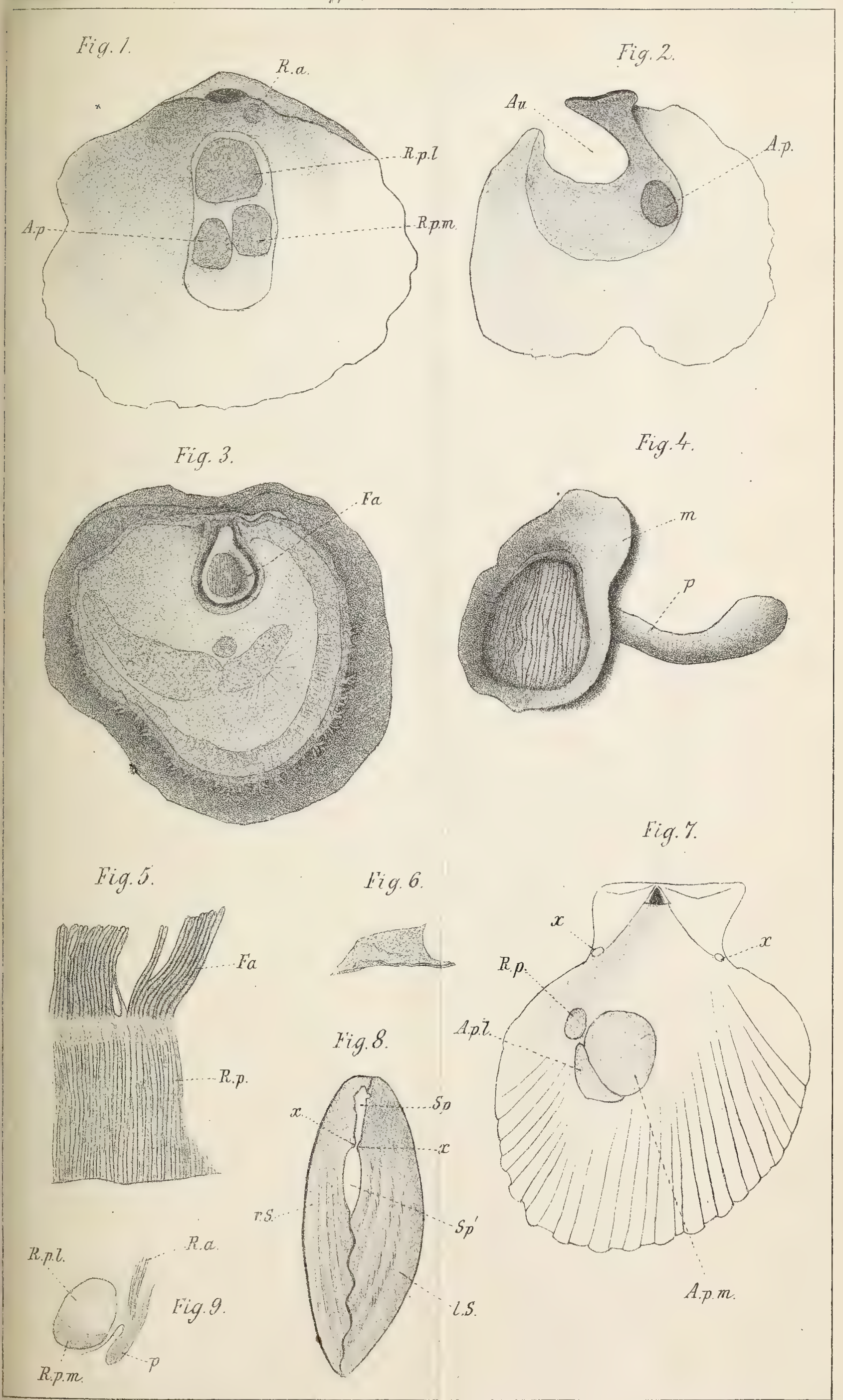
Fig. 2. Limax cinereoniger.

Fig. 3. Helix pomatia.

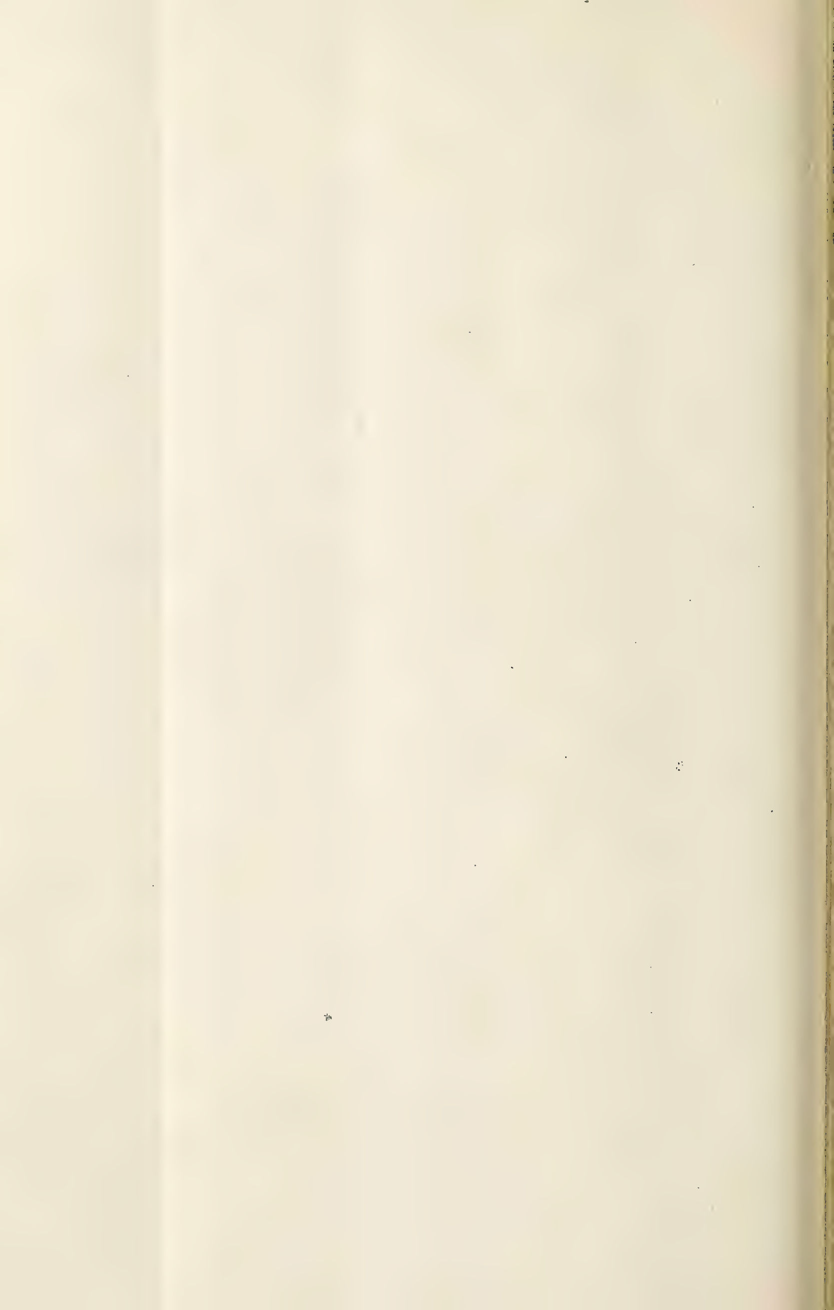
Fig. 4. Helix hortensis.

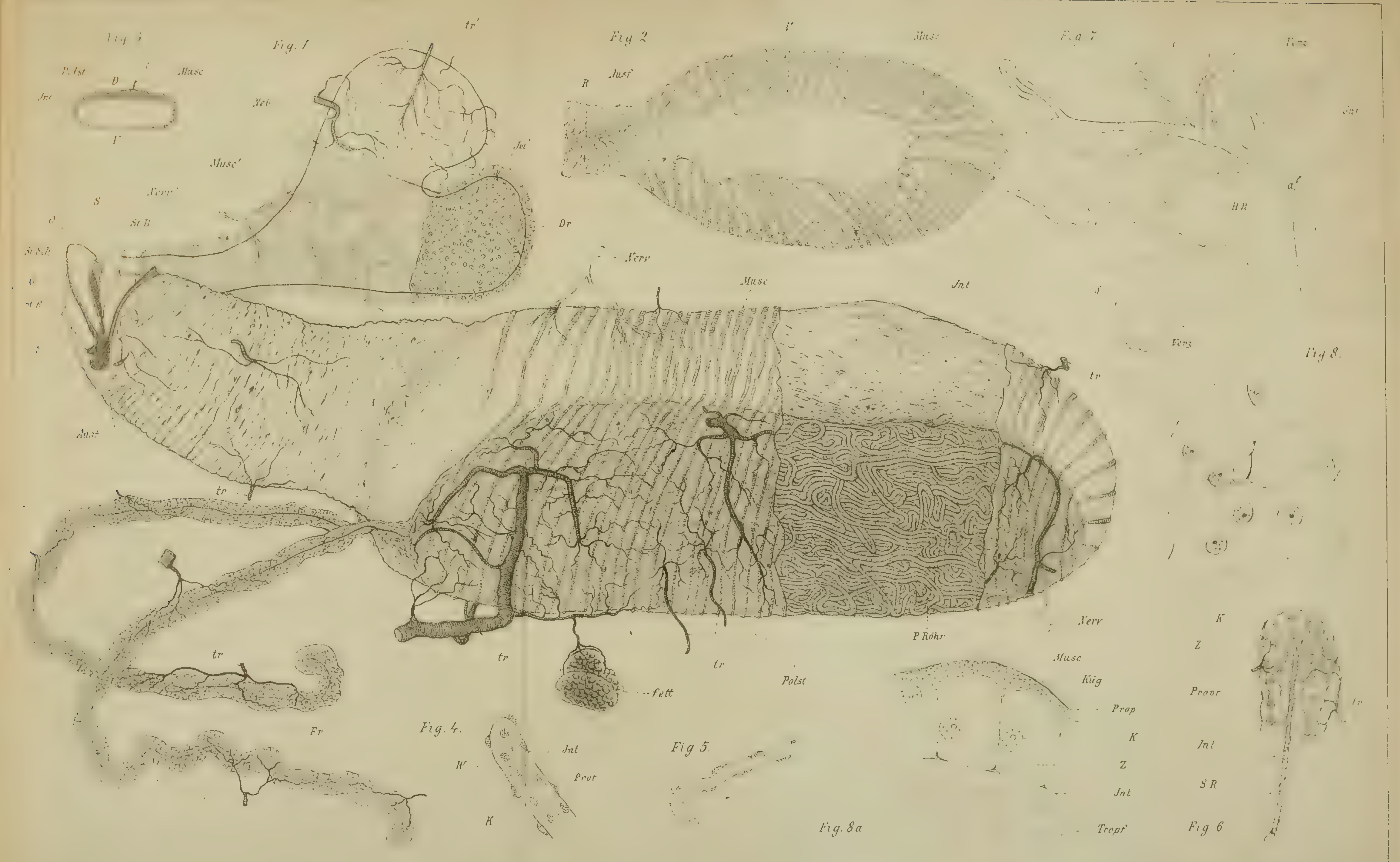
Fig. 5 und 6. Schematische Darstellung der willkürlichen Muskulatur des Helixfusses. Die locomotorischen Fasern sind roth, die contractilen blau gehalten. Fig. 5 ein horizontaler, 6 ein verticaler Längsschnitt. Von den Retractorbündeln, die in Fig. 5 auseinandergelegt zu denken, sind nur drei dargestellt, r_1, r_2 und r_3. Es fehlen die Bogenfasern von Hautpapille zu Hautpapille, sowie die dünne Schicht querlaufender Fasern über der Fussdrüse.





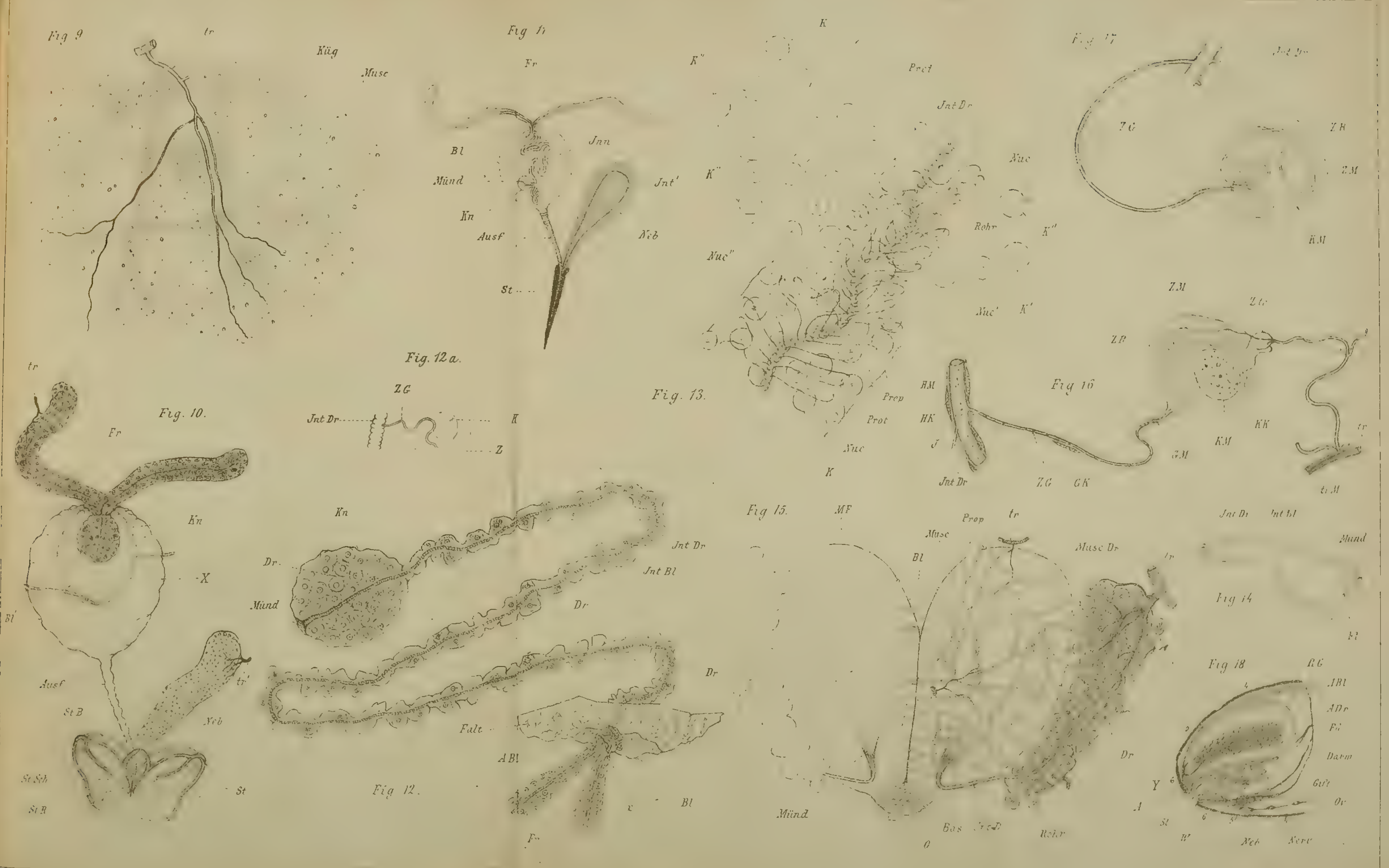
v. Jhering del. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





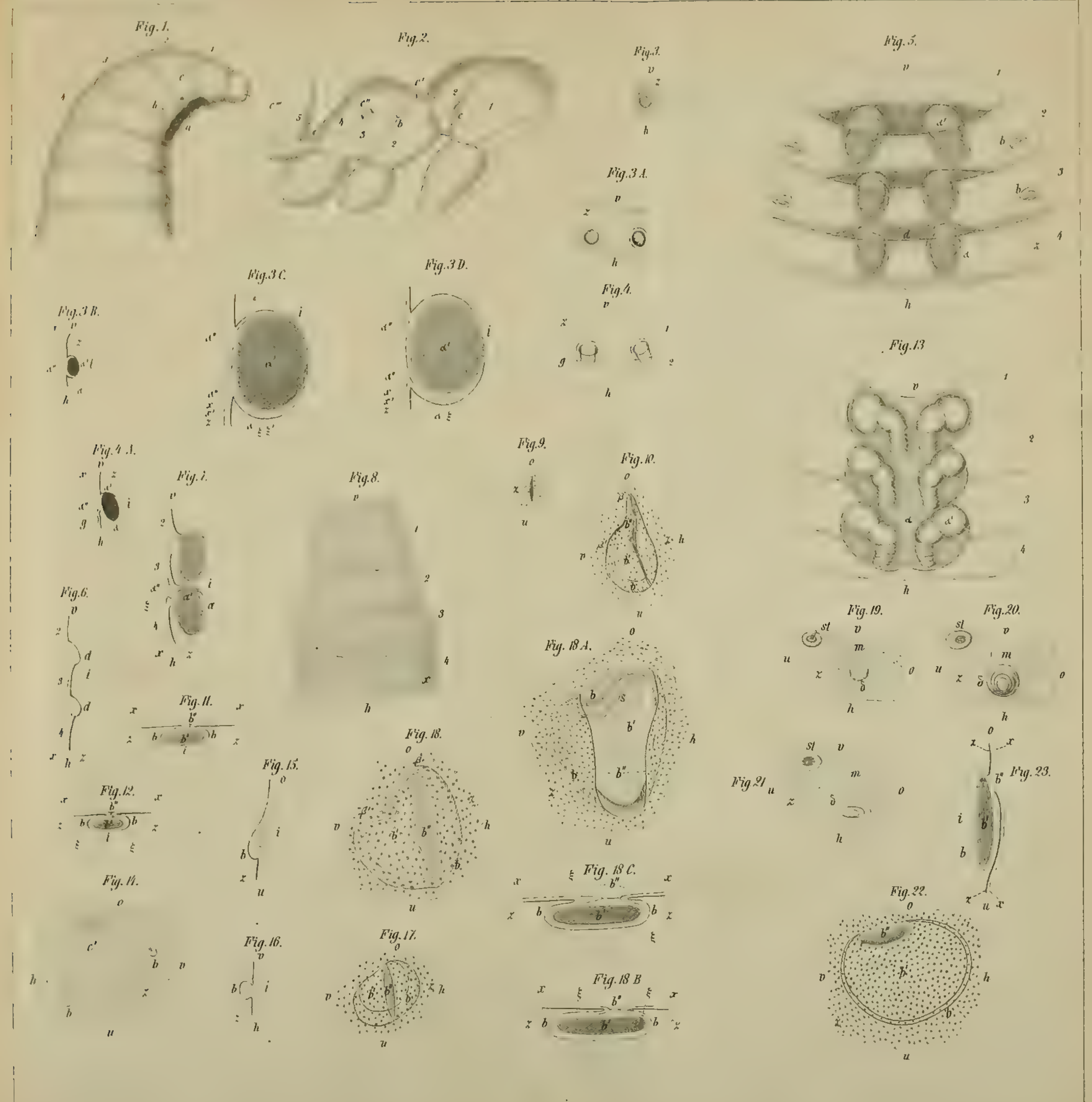
A. Forel del.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



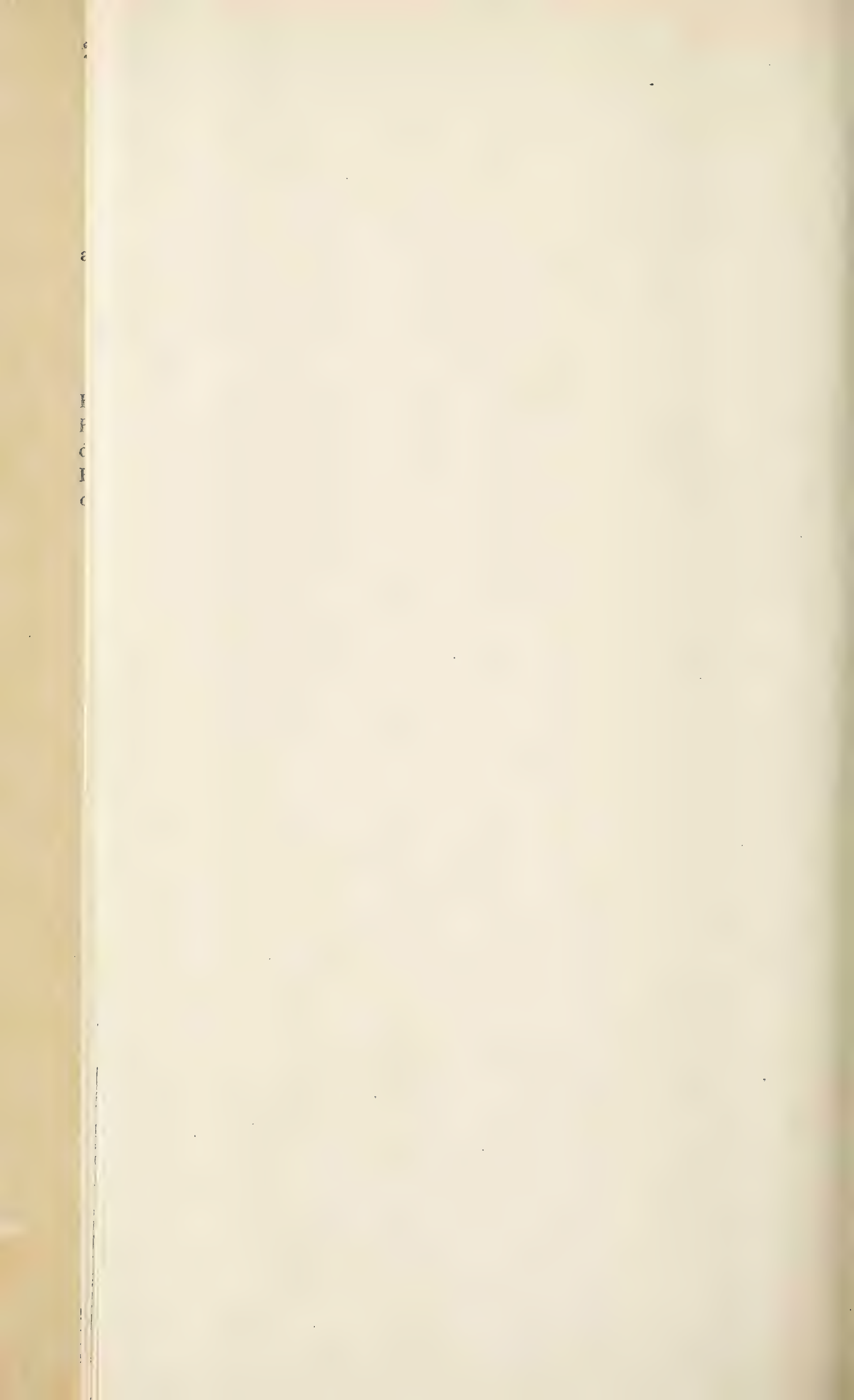


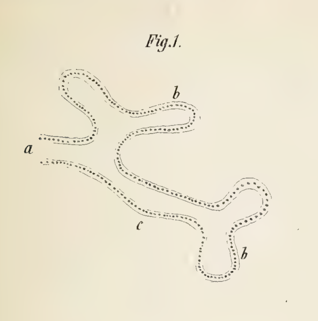
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig





Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.




Fig. 1.
a
b
c
b

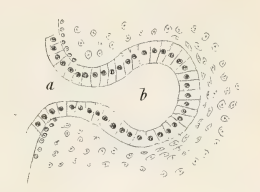
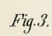
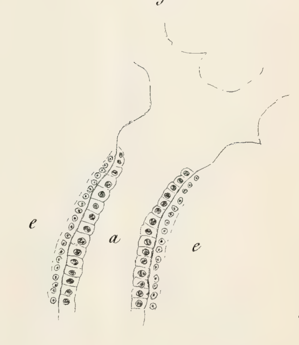
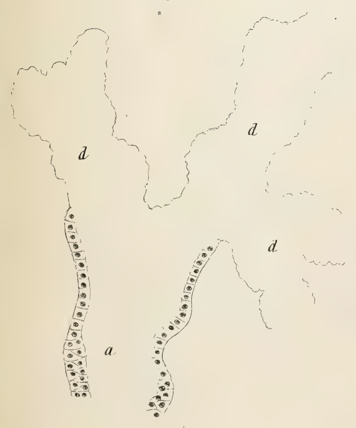

Fig. 2.
a
b

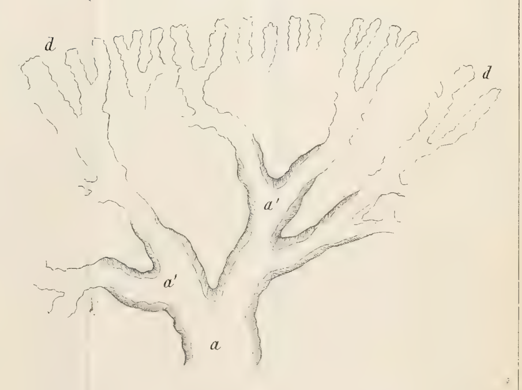

Fig. 4.
a
d

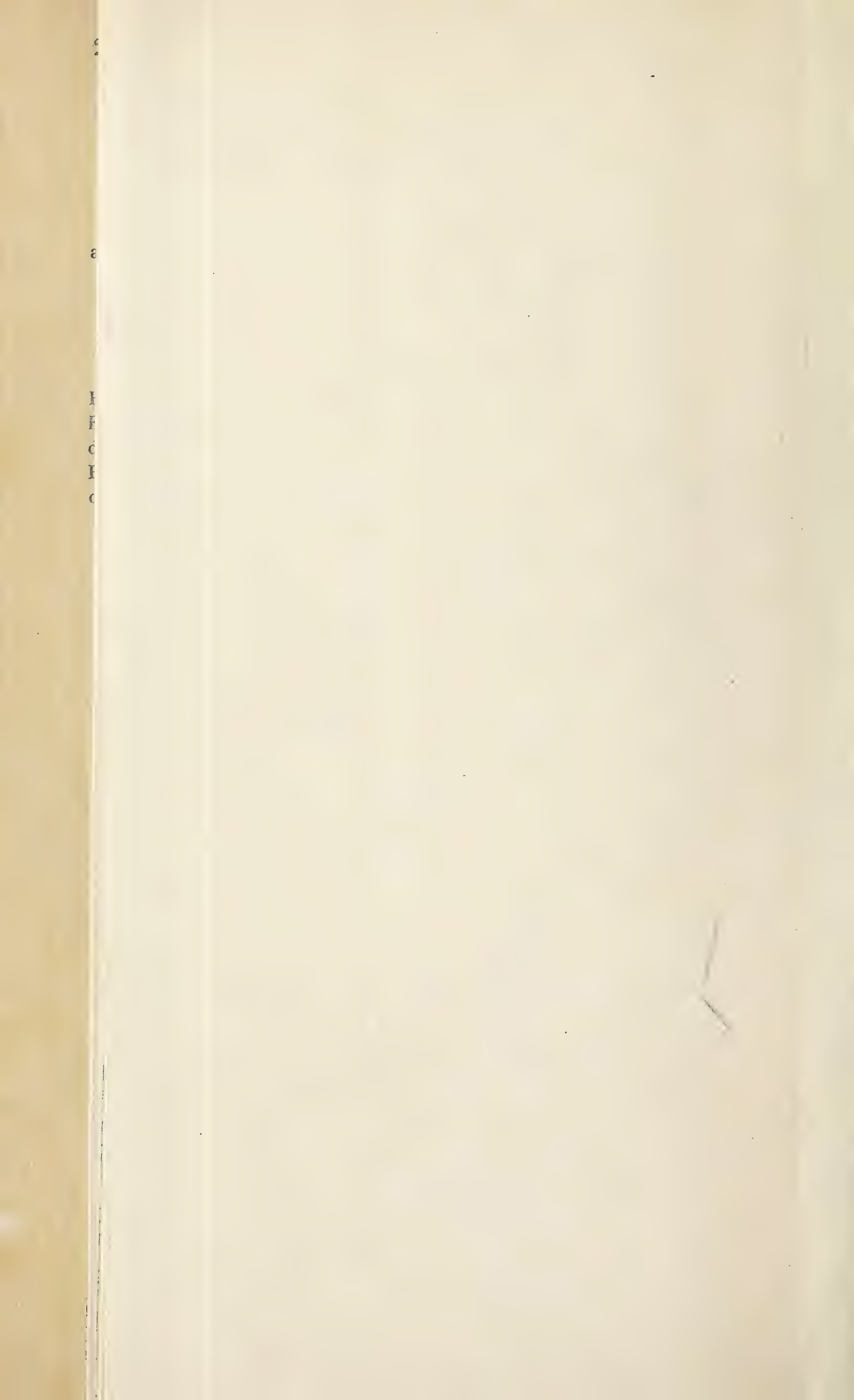

Fig. 3.

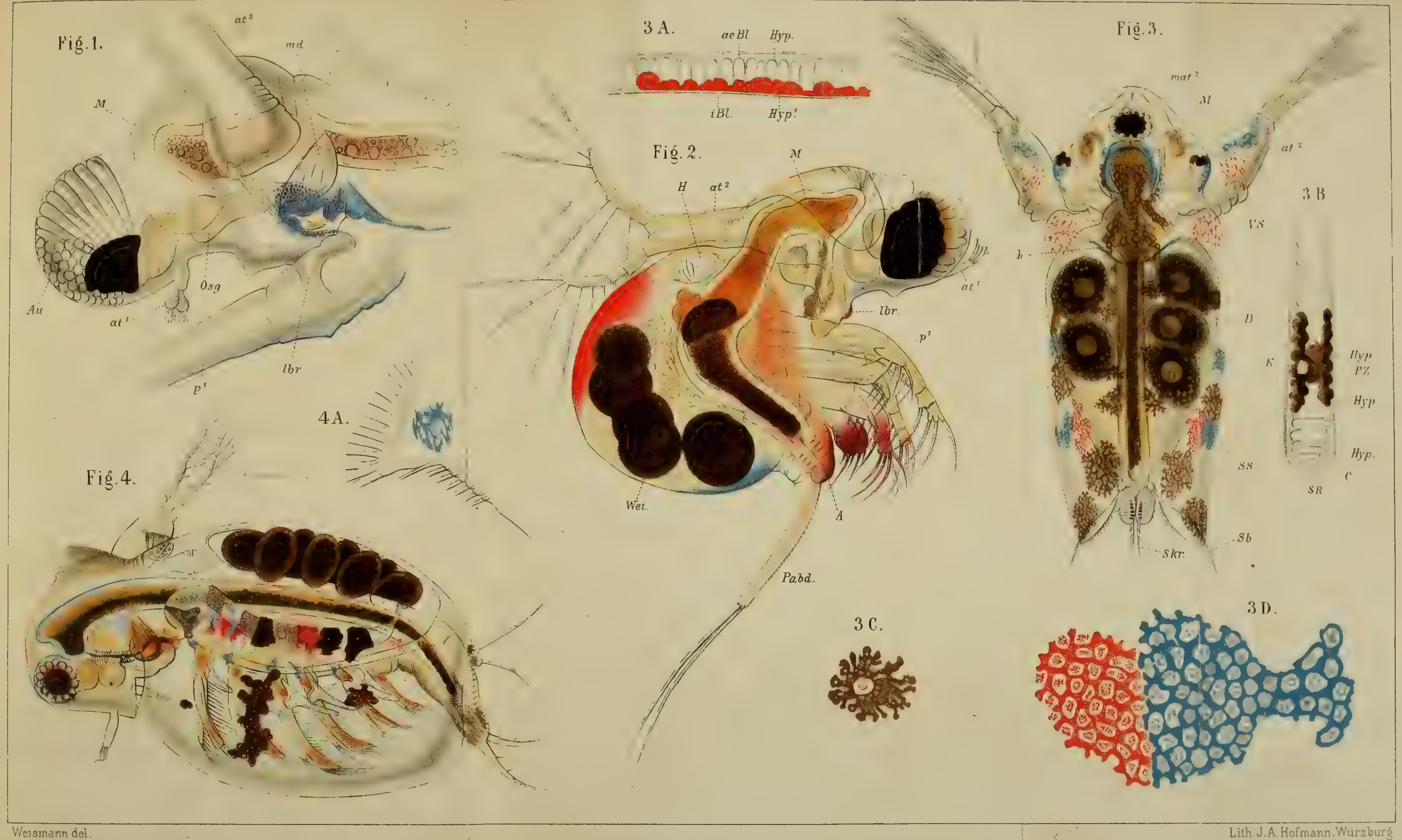

d
d
d
a

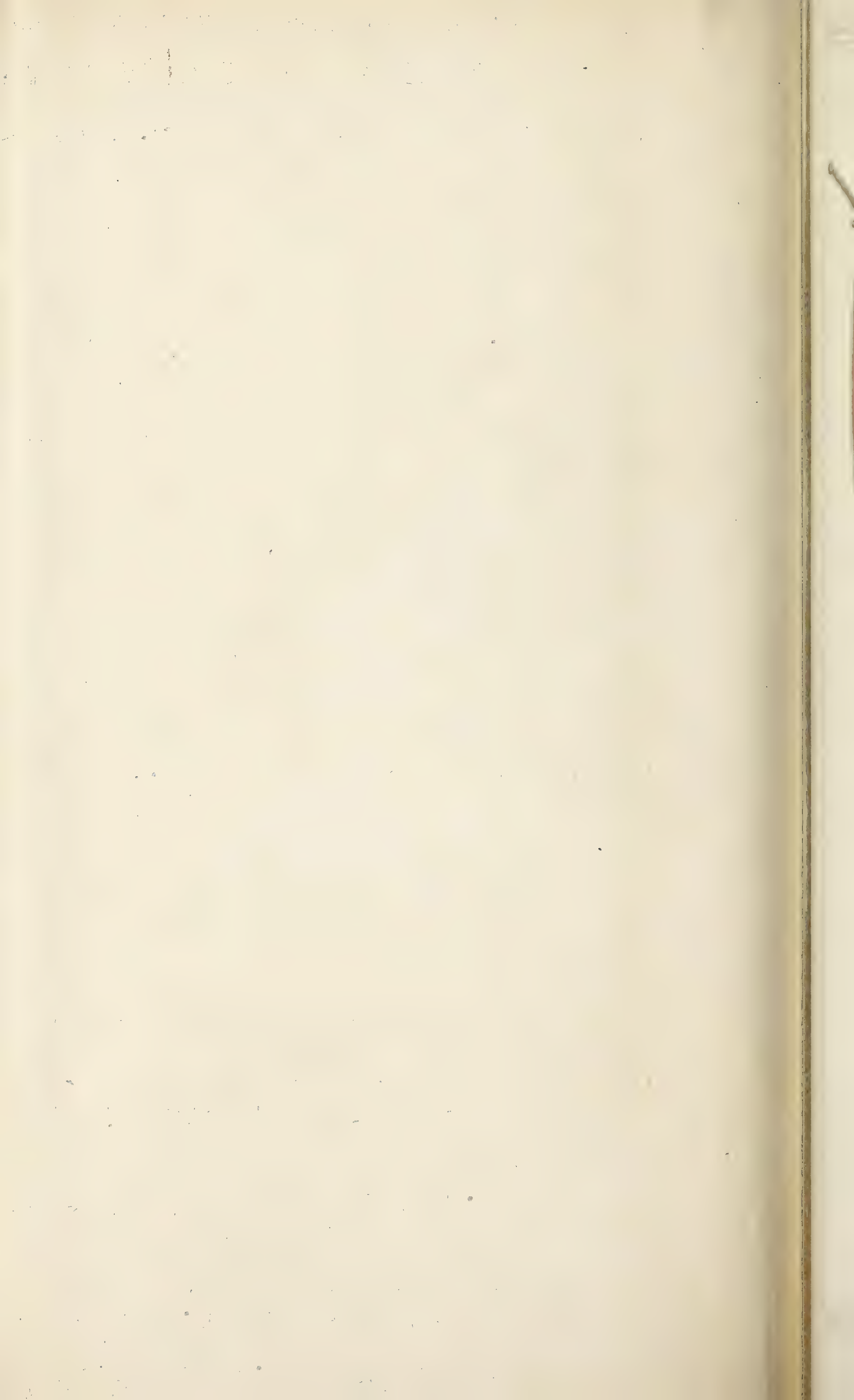

Fig. 7.
e
a
e

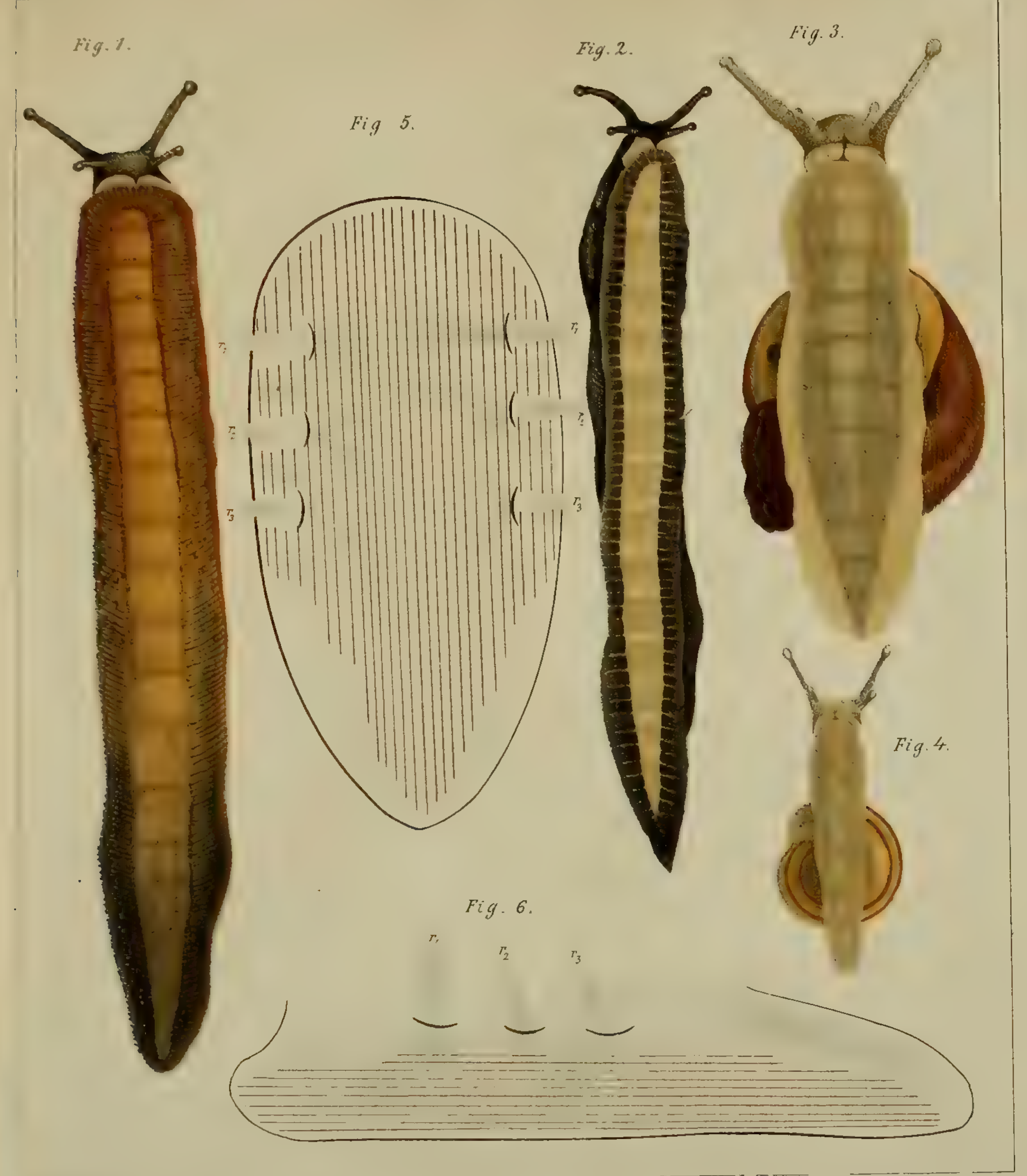

Fig. 6
d
d
d
a


Fig. 5.
d
d
a'
a'
a




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
3 A.
3 B
3 C.
3 D.
4 A.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 5a
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

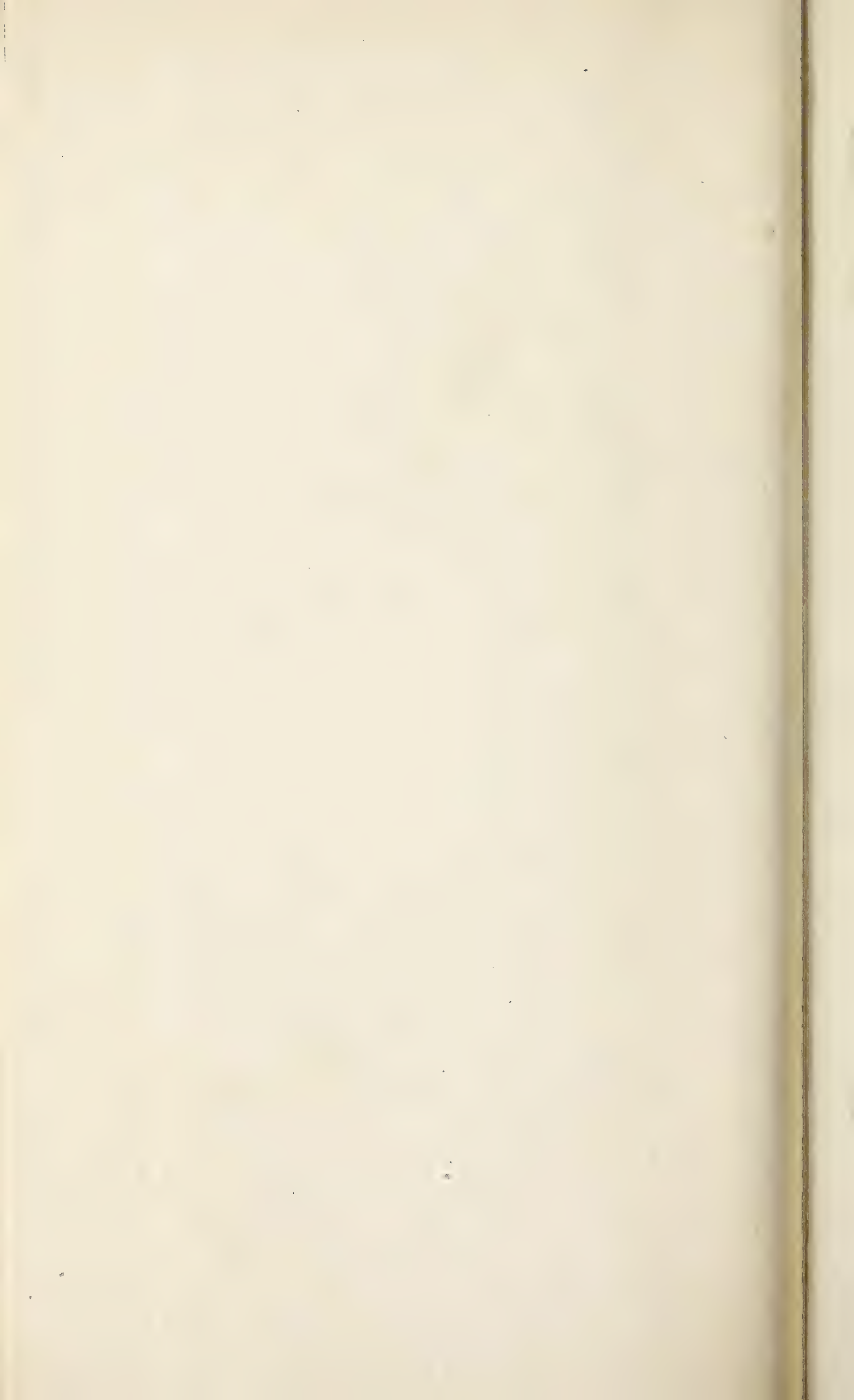



Fig. 4
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 15
Fig. 17.
Fig. 21
Fig. 24.
Fig. 18.
Fig. 14
Fig. 10
Fig. 22
Fig. 25
Fig. 23.
Fig. 20
Fig. 19



Fig 26

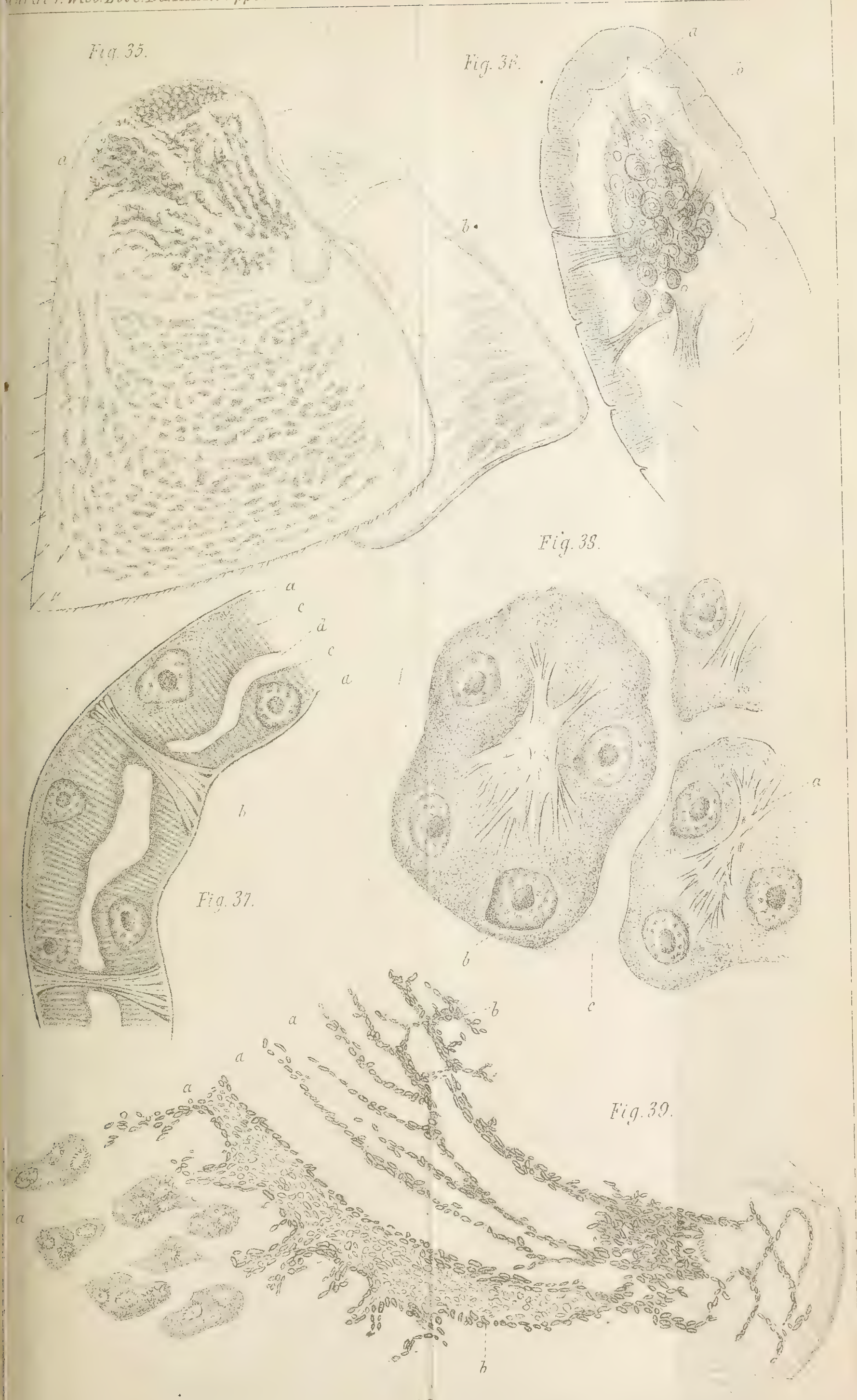
Fig 27

Fig 31

Fig 32

Fig 33




Fig. 35.
a
b
Fig. 36.
a
b
Fig. 37.
a
c
d
c
a
b
Fig. 38.
a
b
c
Fig. 39.
a
a
a
a
b
b



Ueber Amphipoden und Isopoden.

Anatomische und zoologische Bemerkungen.

Von

Dr. F. Leydig

in Bonn.

Mit Tafel IX—XII.

Die in der Ueberschrift genannten Krebse, insoweit sie unserer Binnenfauna angehören, sind längere Zeit hindurch Gegenstand meiner Aufmerksamkeit gewesen, indem ich mich mit dem Plane trug, beide Thiergruppen im Zusammenhang zu bearbeiten. Durch einen Ortswechsel ging mir indessen ein guter Theil des zu diesem Behufe gesammelten Materials zu Verluste, und da überdies andere Studien mehr in den Vordergrund gerückt waren, so schien es gerathen von dem Vorhaben abzustehen. Um aber doch von meinen Bestrebungen Einiges vor den Fachgenossen laut werden zu lassen, gestatte ich mir nachfolgende, obschon bruchstückartige Berichte vorzulegen, mit dem Wunsche, dass dieselben immerhin zu den Kenntnissen über den Bau der Krebsthiere Einiges beitragen mögen.

Man darf sich beinahe verwundern, dass die Landasseln in neuerer Zeit das Interesse der Zoologen so wenig zu erregen vermochten, während über die andern Abtheilungen der Crustaceen fortwährend eingehende Arbeiten erscheinen. Und doch könnte der mit anatomischen und histologischen Kenntnissen ausgerüstete Beobachter, wenn ihm zugleich um Sichtung und Feststellung der einheimischen Arten zu thun wäre, hierbei ein noch wenig bebautes, dankbares Feld betreten. Einem Solchen würde ich die noch brauchbaren Reste des von mir gesammelten Materials auf Verlangen gern zur Verfügung stellen.

Amphipoden.

1. Zum Bau der Antennen.

Am Kopfe stehen bekanntlich zwei Paar von Antennen, ein oberes längeres und ein unteres kürzeres. Jede Antenne setzt sich aus einem Schafte und einer Geissel zusammen, wozu bei dem oberen Paar noch eine Nebengeissel kommt.

Alle Glieder der Antennen, vom Schafte bis zur Spitze der Geissel, sind mit Borsten und andern Anhängen versehen, welche, weil wichtig für Anatomie und Systematik, eine nähere Darlegung verdienen.

Man kann unterscheiden:

1) Gewöhnliche Borsten. Bei verschiedener Länge, Stärke und Gruppirung haben sie die Gestalt der einfachen, bei Arthropoden so häufig verbreiteten Haare. Ihrer grössten Länge nach zeigen sie sich stark chitinisirt, daher von dunkeln Rändern; aber das Endstück, welches eigentlich nie ganz spitz ausgeht, sondern stumpf oder selbst leicht geknöpft, ist von zarterer, heller Beschaffenheit, und diese Aenderung ihres Wesens tritt ziemlich plötzlich auf. In andern Fällen erscheint dieser feine Endfaden wie abgelöst von der Spitze und geht eine ziemliche Strecke schon unterhalb des Borstenendes ab, so dass an letzterem das dunkelrandige, derbe, eigentliche Ende der Borste und daneben ein durch Blässe und Zartheit sich abhebender und leicht verdickt aufhörender Faden sich bemerkbar macht. Stellt man auf den optischen Längsschnitt solcher Borsten den Focus ein, so lässt sich bei genauerem Zusehen erkennen, dass von dem Hauptcanal des Haares sich ein feiner Nebengang abzweigt, welcher die Richtung gegen das seitwärts abgehende helle Fädchen nimmt.

Borsten der vorbeschriebenen Art sind übrigens in ihrem Vorkommen nicht auf die Antennen beschränkt, sondern finden sich auch sonst noch am Körper, z. B. an den Gliedmassen und an den Schwanzanhängen. Am Klauenglied der Gliedmassen entspricht vielleicht ein an der Wurzel der Klaue stehender Faden von hellem, weichem Aussehen und stumpf geendigt, dem Nebenfaden an der Spitze der so eben gedachten Borsten.

Eine Art Halbfiederborsten verbindet in gewissem Sinne die gegenwärtige Form mit der nächstfolgenden. Es geht das Haar in das leicht gekrümmte, konische Ende aus, aber unterhalb des Endtheiles steht eine Gruppe von zwei, drei und mehr zarten Fädchen verschiedener Länge. Haare dieser Art finden sich namentlich am Rande des Kopfes und am Rücken der Körpersegmente des *Gammarus puteanus*.

2) Fiederborsten. Der Schaft ist an und für sich von einer gewissen weicheren, zarteren Beschaffenheit, und die Nebenstrahlen, welche zweizeilig angeordnet sind, erscheinen von äusserster Feinheit und Blässe.

Die Stelle der Haut, allwo diese und die vorhergehenden Borsten sich einpflanzen, ist bei verschiedenen Beobachtern bisher wenig richtig aufgefasst worden. Der letzte Autor, welcher darüber berichtet, und zwar im Einzelnen, ist A. Humbert[1]) gewesen. Er beschreibt sie als »capsules sensitives« und schliesst die Betrachtungen über den Bau dahin zusammen: »je pense qu'ils doivent avoir quelque fonction sensitive«. Ohne diese Ansicht geradehin bestreiten zu wollen, muss aber vom morphologischen Standpunct zunächst gesagt werden, dass es sich nicht um »Kapseln« handelt, sondern um modificirte Hautcanäle, wie solche den Panzer der Arthropoden allgemein durchziehen.

Ich gebe einige erläuternde Abbildungen[2]), und bemerke hierzu, dass bei der geringen Dicke des Hautpanzers die innere Oeffnung des Canals ziemlich nahe an der grubig erweiterten äussern Oeffnung zu liegen kommt. Zur Abgrenzung erzeugt die Cuticularschicht der Haut eine schärfer chitinisirte Umrandung, und diese ist es, welche die »Kapsel« vorspiegeln kann. Das Haargebilde erhebt sich entweder aus der Mitte der Grube, oder, was häufiger zu sein scheint, dem Rande näher. Die entsprechenden Verhältnisse bei andern Krebsen und Insecten wurden von mir schon vor Jahren ausführlich behandelt[3]) und durch Abbildungen versinnlicht, allein es scheint diese Arbeit nicht zur Kenntniss des Genfer Zoologen gelangt zu sein.

3) Cylinder oder Keulen[4]). Solche sitzen an der Geissel der untern Antennen von *Gammarus puteanus*. Sie sind einen guten Theil ihrer Länge nach eben so scharf contourirt wie die gewöhnlichen Borsten der Umgebung. Aber das leicht kolbig angeschwollene Ende zeigt eine blasse, zarte Beschaffenheit; dasselbe lässt nichts von einer Oeffnung wahrnehmen.

4) Riechzapfen, welche an der Geissel der oberen Antennen sitzen[5]). Man unterscheidet an ihnen einen schmäleren, dunkelrandigen Stiel und den blasseren, breiteren Körper; letzterer besitzt noch,

1) Le Niphargus puteanus, Materiaux pour servir à l'étude de la Faune profonde du lac Leman, 1876.

2) Figur 5.

3) Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860.

4) Fig. 11.

5) Fig. 4, Fig. 12.

etwa in der Mitte, eine leichte Einkerbung. Das freie Ende hört wie mit einem glänzenden Knöpfchen auf; es ist, wie starke Vergrösserung unzweifelhaft darthut, durchbohrt, auch kann ein Wölkchen fein granulärer Substanz vorgequollen sein.

Im Leben stellt sich das Innere des Zapfens dar als sehr blasse, helle und wie homogene Substanz. Nach Einwirkung von doppeltchromsaurem Kali ist eine Sonderung in Vacuolen verschiedener Grösse innerhalb einer festeren Umgebung eingetreten, wodurch das Aussehen gewissermassen schaumig geworden ist. Hat man sehr verdünnte Osmiumsäure einige Stunden lang auf die frischen Organe wirken lassen, so ist nicht nur die Inhaltsmasse von der Beschaffenheit eines äusserst feinkörnigen Protoplasma's geworden, sondern bei Anwendung stärkerer Linsen lassen sich ein bis zwei kleine rundliche Nuclei unterscheiden, je mit einem glänzenden Nucleolus versehen.

5) Schuhartige Anhängsel, Calceoli[1]). Diese auffallenden Bildungen kommen vor bei den Arten *Gammarus pulex* und *Gammarus fluviatilis*; sie fehlen bei *Gammarus puteanus*. Der Ort ihres Sitzes ist die Geissel der unteren Antennen beim Männchen.

Dem ersten Blick nach können sie wie blasige Gebilde erscheinen, welche von einem Stiel getragen sind. Doch sowohl die Besichtigung von oben, unter wechselnder Focaleinstellung, und noch mehr die Seitenansicht belehren, dass die scheinbare Blase ein schuh- oder vielleicht besser pantoffelähnlich ausgehöhltes Gebilde ist.

Ich habe mich bemüht den feineren Bau ausfindig zu machen, bin aber hierin nicht sehr weit gekommen. Im Stiel unterscheidet man einen hellen Canal, am Pantoffel selbst eine bogige Zeichnung, welche der Cuticula angehört und Sculpturbildung ist. Dann aber erstreckt sich noch vom Stiel in den Pantoffel hinein eine strahlige Zeichnung, deren Wiedergabe bei starker Vergrösserung ich in Fig. 10 versucht habe. Jeder Strich lässt eine helle canalartige Mitte und eine Wand unterscheiden; am Ende hebt sich von dem Strich ein wie es scheint cuticulares, dabei durchbohrtes Knöpfchen ab. Sollte nun, was wahrscheinlich ist, im Canal des Stieles, ähnlich wie an den Riechzapfen, eine protoplasmatische Substanz enthalten sein, so könnte man sich auch die feinen Canäle der strahligen Striche mit Ausläufern oder Fortsetzungen derselben gefüllt vorstellen. Doch müssen über diese Verhältnisse erst weitere, tiefergehende Studien entscheiden.

Die oben erwähnte Sonderung der gewöhnlichen Borsten in einen dunkelrandigen, hartlinigen Haupttheil und in ein plötzlich abgehendes

1) Fig. 9, Fig. 10.

blasses Endstück, oder auch wohl seitlich von der Spitze abtretenden blassen Nebenfaden, kenne ich seit Langem, und habe das erstere Verhalten z. B. von *Sida* abgebildet [1]; bezüglich des *Gammarus* hat sich darüber zuerst O. Sars [2] vernehmen lassen, dann vor Kurzem Humbert [3]. Beide geben auch Abbildungen, wobei auf den Tafeln des Erstgenannten [4] der Unterschied im Aussehen besonders scharf und schön ausgedrückt erscheint, aber auch auf den Zeichnungen Humbert's nicht fehlt [5].

Die Bildungen, welche im Vorhergegangenen als Cylinder und Keulen aufgeführt werden, hat Humbert unter der Bezeichnung bâtonnet von *Gammarus* zuerst erwähnt, während ich bereits 1868 von Myriapoden und Insecten sie beschrieben habe.

Ebenso sind die Riechzapfen von mir zuerst in die Wissenschaft eingeführt worden, im Jahre 1851 nach Studien an Phyllopoden, dann 1860 von andern Krebsthieren. Am *Gammarus* erkannte sie von la Valette zuerst im Jahre 1857.

Die schuhartigen Anhängsel (Calceoli) sind an *Gammarus pulex* durch von la Valette entdeckt worden (1857); jedoch hat sie, worauf ich anderwärts aufmerksam machte [6], lange vorher Milne Edwards, im Jahre 1830, von *Gammarus ornatus* als »cupules membraneux« angezeigt und bildlich dargestellt. Sie erscheinen auch in dem Werke von O. Sars besprochen und veranschaulicht.

---

1) Naturgesch. der Daphniden 1860, Taf. V, Fig. 14.

2) Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania, 1867. O. Sars spricht in diesem Werke die Meinung aus, es sei vor ihm und einem seiner Landsleute über den innern Bau der Gattung *Gammarus* gar nichts bekannt gewesen, was wohl den ziemlich grossen Schwierigkeiten, welche die Untersuchung darbiete, zugeschrieben werden könne. Dem gegenüber mag die Bemerkung gestattet sein, dass lange zuvor von mir Beobachtungen über den Bau dieses Thieres veröffentlicht wurden, die zum Theil jetzt noch über jene des scandinavischen Zoologen hinausgehen. So habe ich die histologische Beschaffenheit der Haut schon im Jahre 1855 erörtert und später im Jahre 1860, da ich früher die Cuticula als »nicht verkalkt« bezeichnet hatte, aufmerksam gemacht, dass doch auch bei *Gammarus* nach Essigsäurezusatz die Haut Luftbläschen entwickle. Ferner wurde, was unten noch einmal zur Sprache kommen soll, die Schalendrüse nachgewiesen, auf die Anwesenheit eines Kaumagens hingedeutet, und die histologische Beschaffenheit des Darmes, der Leber und des Fettkörpers dargethan. Endlich habe ich bereits im Jahre 1848, also um 20 Jahre vor E. van Beneden's Arbeit über die Furchung der Amphipoden, den Furchungsprocess von *Gammarus* beschrieben und abgebildet.

3) a. a. O.

4) z. B.. Pl. IV, Fig. 17, Fig. 21b, Fig. 22.

5) z. B. Pl. VI, Fig. 2a, Fig. 3a.

6) Vom Bau d. thierischen Körpers, 1864, p. 99, Anmerkg. 4.

Was die Deutung der verschiedenen Anhänge betrifft, so nennt DE ROUGEMONT[1]) die oben von mir unter Nr. 1 als »gewöhnliche Borsten« aufgeführten Haare die Tastborsten. Er theilt mit, dass die grösseren derselben, auf deren zarte Spitze und Abgliederung in der Mitte von seiner Seite ebenfalls aufmerksam gemacht wird, einen Nerven enthalten. Ich bin bisher noch nicht im Stande gewesen, den in die Borste eintretenden Nerven wahrzunehmen, fühle mich aber von vorn herein geneigt, das feine, abgesetzte, blasse Ende der Borste oder noch mehr den fadigen Anhang seitwärts von der Spitze, als Umhüllung eines Nervenendes aufzufassen. Es würde dies an Verhältnisse anschliessen, die bei den mehr durchsichtigen Daphniden sich klarer erkennen lassen. Auch will ja CLAUS[2]) bei andern Crustaceen einen nervösen »Achsenfaden« zwischen den Matrixzellen hindurch in die Borsten verfolgen. So lange freilich ein zur Borste tretender Nerv nicht zu erkennen ist, mag es sich um eine fadige Verlängerung protoplasmatischer Substanz handeln, welche von den Zellen der Matrix aus sich in den Canal der Borste erhebt. Ich verweise zur Erläuterung auf die Fig. 11 der Tafel I meiner Schrift über die Daphniden.

Den unter Nr. 2 aufgeführten »Fiederborsten« habe ich immer die Bedeutung von Tastorganen beigelegt.

Ich darf wohl daran erinnern, dass von mir zuerst an der Larve von *Corethra* gezeigt wurde, wie gefiederte Haare auf unbezweifelbaren Ganglien aufsitzen[3]). Dann hat WEISMANN[4]) in der bekannten schönen Arbeit über dasselbe Thier meine Beobachtungen bestätigt und weiter gefördert. Nebenbei hat der genannte Beobachter das Vorhandensein des von mir erwähnten »federnden Bändchens« in Abrede gestellt, was ich nicht ganz zugeben kann. Die Bildung besteht, wurde aber dazumal, wo man allgemein noch geringe Kenntniss über den Bau des Chitinpanzers der Arthropoden besass, unrichtig gedeutet. Das vermeintliche »federnde Bändchen« ist wohl der Hautcanal gewesen, welcher unter je einer Borste steht, wie ich denn auch den Fehler schon vor längerer Zeit berichtigt habe[5]).

1) Naturgeschichte des Gammarus puteanus. Inaug.-Diss. München, 1875.

2) Entwicklung, Organisation u. systematische Stellung der Arguliden. Zeitschrift f. wiss. Zoologie 1875.

3) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. III, 1851.

4) Die Metamorphose der Corethra plumicornis, ebendaselbst Bd. XVI, 1866.

5) Vom Bau d. thierischen Körpers, 1864, p. 35, Anmerkg. 2. Kürzlich hat ein junger Naturforscher den gleichen Gegenstand behandelt (Nervenendigung bei Insecten, Berner Mittheilungen 1873), ohne, wie es scheint, meine darüber vor 22 Jahren veröffentlichte Arbeit zu kennen.

Entsprechend dem histologischen Standpunct des Tages, hat zuletzt Grobben[1]) den Bau dieser Tastborsten erörtert und klare Abbildungen gegeben. Indem er dabei den Nerven, dessen Ganglienkugeln sowie umgebende Matrixzellen genau auseinanderhält, bezeichnet die von ihm gelieferte Abbildung die Grenze, bis zu welcher unsere Kenntnisse über die einschlägigen Verhältnisse vorgedrungen sind.

Die physiologische Deutung, welche ich den Borsten zulegte, gründet sich sowohl auf den vorerwähnten anatomischen Bau, als auch auf ihre Verbreitung über den Körper hin: sie stehen nicht blos am Kopf und an den Antennen, sondern auch an den übrigen Segmenten des Leibes, ja sie fehlen selbst nicht an den Gliedmassen und Schwanzanhängen des *Gammarus pulex*. So findet sich z. B. eine lange und stark gefiederte solche Borste an den Wurzelgliedern der hinteren Beine und auf dem Rücken des Krallengliedes. Jene am Rücken und dessen Seitenrändern in ziemlichen Abständen stehenden sind viel kürzer und nur zwei- oder dreifach getheilt. Die neueren Beobachter nennen sie »Hörhaare«, wonach alsdann die Schallempfindung über einen guten Theil der Körperoberfläche ausgebreitet wäre. Eine Auffassung, die weder zu beweisen noch zu widerlegen ist, aber in Uebereinstimmung stehen würde mit unsrer Ansicht über die Sinnesorgane der niedern Thiere überhaupt.

Was die unter Nr. 4 als Riechzapfen aufgeführten Anhangsgebilde betrifft, so möchte ich auf Grund der anatomischen und physiologischen Verhältnisse, in soweit sie sich im Augenblicke übersehen lassen, immer noch nicht ganz diese Deutung aufgeben, trotz der Einwürfe, welche unterdessen gemacht wurden.

In einem jüngst erschienenen, auf vielfältigen eigenen Forschungen ruhenden Werk über den Organismus der Insecten von Graber[2]) spricht sich nämlich der Verfasser im Capitel über den »Orientirungsapparat« frischweg folgendermassen aus: »Da man keine passende Nase fand und ein Extraorgan für diesen Sinn doch gern haben wollte, machte man sich eins, d. h. Leydig liess die Fühlhörner, die allerdings reich genug an den verschiedensten und auch an die Riechstäbchen erinnernden Nervenendigungen sind, neben den gewissen anderen Leistungen auch noch diesen hochwichtigen Dienst verrichten«. Dieses »Mährchen«, dass die Antennen auch Sitz der Geruchsempfindung seien,

1) Ueber bläschenförmige Sinnesorgane und eine eigenthümliche Herzbildung der Larve von Ptychoptera contaminata. Sitzb. d. Akad. d. Wiss. zu Wien, Band LXXII, 1875.

2) Die Naturkräfte. Eine naturwissenschaftliche Volksbibliothek. XXI. Band. München 1877.

habe man bis auf heute geglaubt, trotzdem dass die Kerfantennen mit einer gewöhnlichen Nase nicht die entfernteste Aehnlichkeit besitzen und auch noch Niemand bewiesen habe, dass die Antennen gegen riechende Stoffe irgend eine Empfindlichkeit an den Tag legen.

In der Abhandlung über Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten[1]) habe ich den Gedankengang im Einzelnen dargelegt, der mich von den Beobachtungen aus zu der Auffassung, welche jetzt Graber verwirft, geführt hat, und möchte nicht noch einmal darauf zurückkommen; nur das darf in Erinnerung gebracht werden, dass dort auch Versuche Anderer erwähnt werden, welche mit stark riechenden Stoffen angestellt, es wahrscheinlich machen, dass die Antennen in der That Sitz der Geruchsempfindung sein mögen.

Was aber im Besonderen immer noch Stützpuncte für meine frühere Betrachtungsweise abgiebt, sind zwei Thatsachen.

Erstens das Vorkommen jener Lappen vor den Hauptanschwellungen des Gehirns, aus welchen die Antennennerven den Ursprung nehmen. Es sind Verdickungen oder zitzenförmige Fortsätze, welche schon bei manchen Käfern sehr beträchtlich werden, bei Bienen, Wespen, Ameisen und verwandten Insecten aber zu besonderer Ausbildung gelangen. Wenn ich dieselben den Riechlappen (Lobi olfactorii) der Wirbelthiere vergleiche, so hängt dies freilich mit meiner Gesammtauffassung des Gehirns der Arthropoden zusammen[2]), die hinwiederum von Graber vollständig verworfen wird. Er meint, es handle sich bei Wirbel- und Gliederthieren um eine Gegensätzlichkeit ihres Wesens, die so gross sei, »dass es uns gewiss nicht einfallen darf, derartige morphologische Vergleichungen zu versuchen«.

Dem gegenüber muss doch hervorgehoben werden, dass es Fachgenossen giebt, welche, wie Dohrn, dann insbesondere Semper, die Sache anders beurtheilen, und zwar der letztere Forscher auf dem Wege strenger entwicklungsgeschichtlicher und vergleichend anatomischer Untersuchung[3]). Ich möchte ferner auch hierbei daran erinnern, dass die Wandlungen der Ansichten, wie das Gehirn zu betrachten sei, doch recht grosse gewesen sind. Es ist noch nicht lange her, dass von verschiedenen Seiten behauptet wurde, die Ansicht, das vordere Schlundganglion der Gliederthiere als »Gehirn« zu deuten, sei so verwerflich, dass eine weitere Widerlegung kaum nöthig erscheine.

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1860, p. 292.

2) Vom Bau des thierischen Körpers. 1864, p. 185.

3) Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg, 1876.

So sprachen Morphologen, denen freilich jede Kenntniss des inneren Baues der Theile abging. Jetzt, wo im Anschluss an meine Mittheilungen die schönen Studien Rabl-Rückhard's über das Insectengehirn[1]) und Dietl's Bearbeitung des Arthropodengehirns an Durchschnittspräparaten[2]) vorliegen, sowie ausser den schon seiner Zeit von mir gewürdigten physiologischen Experimenten Faivre's, die Versuche Dietl's[3]) durch systematische Verletzungen des Gehirns die Zwangsbewegungen auch an Insecten aufzuzeigen, wird wohl Niemand mehr in Abrede stellen, dass dem fraglichen Organ die Bedeutung eines »Gehirns« wenigstens im physiologischen Sinne zukomme. Dies lässt hoffen, dass fortgesetzte und immer tiefer gehende Studien über das Gehirn der Arthropoden auch noch andre Beobachter geneigt machen werden, sich meiner Auffassung über die Morphologie des Organs eher anzuschliessen, als ihr entgegen zu treten. Dass aber alsdann damit die Deutung jener Lappen, welche ich als »Riechlappen« bezeichnete, auch annehmbarer wird, ist selbstverständlich.

Der andre Punct, auf dem ich in gegenwärtiger Frage fussen möchte, ist das eigenartige Wesen, welches die »Riechzapfen« an sich haben und wodurch sie sich von den übrigen Haaranhängen entschieden entfernen. Insbesondere ist die Oeffnung, welche sich an ihrem freien Ende vorfinden kann, hier in Anschlag zu bringen. Es ist nun zwar allerdings richtig und geht aus meinen oben angezogenen Arbeiten hervor, dass sich bei den Arthropoden überhaupt zwischen den specifischen von mir als »Riechzapfen« gedeuteten Bildungen und den »Tastborsten« mancherlei Mittelformen oder Uebergänge finden, und ich habe mich darüber zusammenfassend schon anderwärts[4]) ausgesprochen. Auch an *Gammarus puteanus* ist dieses Verhältniss ganz unverkennbar. Eine gewöhnliche zugespitzte Borste aus den Büscheln der oberen Antennengeissel ist zwar stark verschieden von dem Riechcylinder derselben Geissel, aber man betrachte die oben unter Nr. 3 aufgeführten und keulenförmig endenden Cylinder, welche an der Geissel der unteren Antennen wahrgenommen werden; nehme hinzu, dass auch daneben haarähnliche Bildungen mit ganz blassem, zart kolbig zulaufendem Ende vorhanden sind, und man wird durch diese den Uebergang zu den gewöhnlichen, mit blasser und zarter Spitze auslaufenden Tastborsten nicht übersehen können.

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1875.

2) Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXVII.

3) Ueber Coordinationsanomalien symmetrischer Körperbewegungen. Bericht d. naturw. med. Vereins zu Innsbruck, 1875.

4) Vom Bau d. thierischen Körpers, 1864, p. 98.

Auf Grund meiner Studien über die Sinnesorgane wirbelloser Thiere habe ich die Ansicht geäussert[1]), dass gleichwie die Tastempfindung die allgemeinste, gleichsam die unterste Sinnesempfindung sei, aus der sich durch vervollkommnete Apparate die specifischen Sinne erheben: so scheine, z. B. am Blutegel, das Auge nur eine höhere Stufe der becherförmigen Tastorgane vorzustellen. Und Ranke[2]), welcher demselben Gegenstand seine Aufmerksamkeit gewidmet hat, hält ebenfalls die Annahme für zulässig, dass die Gesichtsempfindung des Blutegels, seinen Lebensbedingungen angepasst, noch etwas von einer Tastempfindung und Geschmacksempfindung in sich trägt. Selbst für den Sitz der Lichtempfindung bei *Amphioxus* führt in jüngster Zeit Nüsslin[3]), welcher das »Auge« dieses Thieres einer erneuten Prüfung unterworfen hat, den Gedanken aus, dass ein specifisches Sehorgan nicht angenommen werden dürfe, sondern in dem epithelialen Nervenendapparat des Kopfes sei vielmehr der Sitz für die Lichtempfindung zu suchen, und möglicherweise auch die Empfindung gewisser Schallreize.

Claus, welcher schon vor Längerem die blassen Kolben und Cylinder an den Antennen der Copepoden und Ostracoden[4]) kennen gelehrt hat, will zwar bezüglich der in der Luft lebenden Insecten die Deutung der Zapfen und Kegel als Geruchswerkzeuge gelten lassen, verwirft sie aber für die im Wasser lebenden Krebse. Hier nähere sich ihre Leistung der Geschmacksempfindung. Auch der genannte Zoologe nimmt demnach an, dass ein und dasselbe Organ einer doppelten Form der Empfindung dienen könne. Und ich darf vielleicht hierbei auch dessen gedenken, was ich über die Vater'schen Körperchen im Schnabel der Schnepfe und in Berücksichtigung der Lebensweise des Thieres im Freien[5]) berichtet habe. Die Leistung dieser Nervenendorgane im Schnabel scheint sich nämlich nicht auf ein blosses Tasten zu beschränken, sondern es mag der Schnabel mit dem grossen Reichthum an Vater'schen Körperchen die Gegenwart von Nahrungsmitteln im Feuchten z. B. in der Erde »wittern«. Gleichwie aber im Mund des Volkes das Wort »Wittern« bald mit »Schmecken«, bald mit »Riechen« ohne Unterschied ersetzt wird, so mag damit in der That sprachlich und im

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1861.

2) Beiträge zu der Lehre von den Uebergangssinnesorganen, das Gehörorgan der Acridier und das Sehorgan der Hirudineen. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1875.

3) Zur Kritik des Amphioxusauges. Inauguraldissertation. Tübingen 1877.

4) Würzburger naturwiss. Zeitschrift, 1860. Mit einer Tafel sehr rein und richtig gezeichneter Abbildungen.

5) Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IV.

Allgemeinen schon ausgedrückt sein, was uns jetzt als Ergebniss anatomisch-physiologischer Forschung sich aufdrängt. Die Sinnesempfindungen aus gemeinsamer Wurzel hervorgegangen, sind nicht immer scharf von einander geschieden, so dass ein und derselbe Nervenendapparat der Tast-, Geschmacks- und Geruchsempfindung dienen, ja selbst dem Licht und Schall nicht völlig unzugänglich sein kann.

Eben deshalb stimme ich aber auch dem Entomologen GRABER nicht entfernt bei, wenn er an der Biene eine in neuester Zeit als »Riechhaut« beschriebene Stelle, welche vom Gaumen zur Oberlippe hinzieht, für die unbezweifelbare »Nasenhaut« erklärt. Denn die Stelle hat nichts voraus vor den Gegenden der Haut, welche als tastende angesehen werden: in der Chitinhaut sitzen in Vertiefungen mit Ringwall feine Borsten, ein Nerv tritt an sie heran und nimmt vor seinem Ende Ganglienkugeln auf.

Nicht anders verhält es sich mit dem neuen »Geschmacksorgan« der Biene, welches an der Wurzel der Zunge seinen Platz haben soll. Da hätte ich wohl mit noch mehr Recht schon längst die Zunge der Hymenopteren überhaupt als Geschmacksorgan ansprechen können wegen des in das Organ eintretenden Nerven und seiner Endigungsweise[1].

2. Ueber die Augen.

Man theilt für gewöhnlich dem *Gammarus fluviatilis* nierenförmige Augen zu und dem *Gammarus pulex* ovale, ein Unterschied, der mir nicht durchzugreifen scheint. Denn obschon ich allerdings bei der letzteren Species meist das Auge von ovaler oder dem Dreieckigen sich nähernder Form sehe, wird doch auch bei andern Individuen die Gestalt nahezu nierenförmig. Ich meine wahrzunehmen, dass dies mit Altersverschiedenheiten zusammenhängt.

Die Hornhaut der beiden genannten Arten ist glatt und ohne Facetten. Die dahinter liegenden Krystallkegel bestehen aus vier Stücken, zeigen im Innern zwei Reihen von Vacuolen, sind nach

1) Die Stelle in meiner Abhandlung z. Anatomie d. Insecten, Archiv f. Anat. u. Phys. 1859, p. 65 lautet: »Alle Beachtung verdient auch ferner die Zunge der bienenartigen Hymenopteren, wie ich nach Zergliederung des *Bombus lapidarius* hervorheben möchte. Dies Organ hat aussen gelbe Cuticularringe und ebenso gefärbte lange Haare. Spaltet man die Zunge der Länge nach, so gewahrt man unter der Cuticula eine plattzellige häutige Matrix; dann aber kommt ferner zur Ansicht, dass jede Zungenhälfte von einem Nerven versorgt wird, der, indem er von der Wurzel bis zur Spitze der Zunge herabläuft, auf diesem ganzen Wege eine Menge von Zweigen entsendet, wovon jeder mit einer gangliösen Anschwellung an der Basis der gelben Haare endigt. Den Nerven begleiten Tracheen.«

hinten quer abgestutzt und an diese Stelle setzt sich ein Faden fest, der sich verjüngend hinab in die gangliöse Substanz dringt. Die Krystallkegel sammt dem fadigen Ansatz erscheinen von braunem (rothbraunem) Pigment umhüllt. Bezüglich des Weiteren verweise ich auf die Zergliederung des Auges von *Gammarus neglectus*, welche O. Sars [1]) gegeben hat und mit dem, was ich bei *G. pulex* und *G. fluviatilis* sehe, gut übereinstimmt.

In der Frage, wie sich das Auge des *Gammarus puteanus* verhält und worauf die Verschiedenheit der Angaben beruhen möge, glaube ich einige Auskunft geben zu können.

Koch spricht unserm Thiere Augen zu, und bezüglich der Farbe sagt er, sie seien gelb [2]). Gervais legt dem gedachten Krebs, wenn ich recht verstehe, ebenfalls Augen bei [3]).

Die nächsten Beobachter stellen das Organ in Abrede: Caspary [4]), welcher etwa zehn Jahre nach den Genannten das Thier untersuchte, erklärt: »ich habe kein Auge finden können, obschon ich gewiss über 30 Exemplare des Thieres gesehen habe«. Ebenso ist nach Schiödte [5]) der Krebs augenlos. Hosius [6]), welcher die um Bonn sich findenden Arten der Gattung *Gammarus* beschreibt, läugnet ebenfalls das Dasein von Augen. Der in der Zeit anschliessende Monograph unseres Thieres v. la Valette [7]) äussert sich gleichfalls: »Oculis Gammarus puteanus non utitur«.

Um so überraschender lauten nun die Mittheilungen Plateau's [8]), welcher zehn Jahre nachher sich mit dem Krebs beschäftigte. Nach ihm sind Augen vorhanden: »yeux triangulaires à aigles arrondis

1) Hist. nat. d. Crust. d'eau douce de Norvège. 1867 (Tab. VI, Fig. 3 bis Fig. 8).

2) Deutschlands Crustaceen, Arachniden u. Myriapoden, Heft 5, Taf. 2, dann noch einmal Heft 36, Taf. 22.

3) Note sur les deux espèces de Crevettes qui vivent aux environs de Paris. Ann. d. sc. nat. 2. Ser., Tom. IV, 1835. (»Ses yeux, au lieu d'être noirs, sont tout-à-fait sans pigmentum et non apparens«.)

4) Verhandlungen d. naturh. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens, VI. Jahrg. Bonn 1849.

5) Specimen faunae subterraneae, 1851.

6) De Gammari speciebus, quae nostris in aquis reperiuntur. Bonnae 1850. (»Gammarus puteanus . . . . revera nullos oculos possidere videtur, neque eadem, qua Gervais opinione sum, qui cum oculis, pigmento carentibus instructum esse putat. Nam ea pars capitis, cui in hoc genere oculus insertus est, nullo modo a ceteris discrepat; et quamquam per duos fere menses pluria hujus speciei animalia extra puteum viventia mihi erant, nullam hujus partis capitis immutationem animadvertere potui.«

7) De Gammaro puteano. Berolini 1857.

8) Rech. s. l. Crust. d'eau douce d. Belgique. Mém. d. l'acad. de Belgique, 1868.

petits, privés de pigment«. Unser Autor steht, nebenbei gesagt, in der Meinung, dass der *Gammarus puteanus* ausser KOCH und GERVAIS sonst Niemandem bekannt gewesen sei.

Ferner sprechen BATÉ und WESTWOOD[1]) dem Krebs Augen zu: sie seien von unvollkommener Art und erschienen nur als einige Flecken von citrongelber Farbe.

Hören wir nun die zwei neuesten Beobachter, deren Aufmerksamkeit durch die widersprechenden Angaben der Vorgänger geschärft war, so erklären sich beide gegen die Anwesenheit von Augen. DE ROUGEMONT[2]) sagt: »Es ist mir zwar gelungen, einige Pigmentzellen an der Stelle, wo sich bei dem *Gammarus* die Augen finden, wahrzunehmen, ob aber diese verästelten Flecken, welche in der Zahl zwei bis drei vorkommen und nie einen viel grösseren Platz einnehmen als echte Augen, wirklich als Augen betrachtet werden können, muss ich dahin gestellt sein lassen«. Und das Gutachten HUMBERT's[3]) lautet: »Quant à moi, je n'ai pas réussi à apercevoir dans mes deux variétés du *N. puteanus* la moindre trace d'yeux où même de depôt de pigment«.

Indem ich selber nach dem Auge des *Gammarus puteanus* forschte, suchte ich mich zu unterrichten über das Sehganglion, die Krystallkegel und das Pigment.

Die obere Partie des Gehirns ist auf den ersten Blick von lappiger Form. Nach und nach erst erkennen wir als Theile: 1) den Grundstock oder das obere Ganglienpaar, 2) einen davon sich absetzenden seitlichen Lappen, 3) das Augenganglion. Das Letztere ist sonach so gut wie bei *G. pulex* vorhanden und wölbt sich gegen die Stelle des Kopfes vor, wo bei den mit Augen ausgestatteten Arten das Sehorgan sitzt[4]). Es ist von granulär zelligem Character. Niemals sah ich aber bis jetzt auch nur die Spur einer Sonderung in Krystallkegel oder die Ablagerung von dunklem Pigment oder dem Augenschwarz.

Hingegen habe ich Thiere beobachtet, die auf andre Weise den Besitz eines Auges vortäuschten. Bei geringer Vergrösserung zeigt sich seitlich am Kopf ein rundlich zusammenhängender oder auch nur ringförmiger Pigmentfleck von gelber Farbe und etwa von der Grösse des Auges der andern Arten. Doch die nähere Untersuchung deckt auf, dass trotz der Aehnlichkeit kein Auge vorliegt. Zunächst lehrt die ge-

1) A History of the British sessile-eyed Crustacea. 1863—1868.
2) Naturgeschichte des Gammarus puteanus. München 1875.
3) Le Niphargus puteanus, Lausanne 1876.
4) Fig. 1 d.

nauere Besichtigung und Vergleichung, dass der gelbliche Fleck nicht der eigentlichen Augenstelle angehört, sondern jenem Höcker des Kopfes, der in sich die nachher zu besprechende Schalendrüse birgt. Sodann ist das Pigment enthalten in der unter der Cuticula des Hautpanzers ausgebreiteten Zellenlage, welche ich seiner Zeit als Matrixzellen des Panzers ansprach. Die Pigmentkörner im Protoplasma stehen dem Fett nahe und der Farbenton geht ins Oraniengelbe. Indem nun ein ziemlicher Bezirk der Matrixzellen das Pigment enthält, so entsteht leicht, bei der Wölbung des Höckers, dem sie angehören, und bei geringer Vergrösserung der Anschein, als ob das Thier mit einem gelblichen, schwach entwickelten Auge von runder Form ausgestattet sei.

Die Thiere mit dem »Augenfleck« besassen auch am Rücken und zur Seite der Körpersegmente kleine gelbliche Flecken, deren Pigmentkörner von derselben Natur und dem gleichen Farbenton waren, wie jene, welche das Auge vorspiegeln [1]. Die Exemplare, an denen ein solches Pseudoauge auftrat, gehörten zu den grössten der von mir beobachteten Thiere.

Zufolge voranstehender Mittheilungen habe ich mich jenen Beobachtern anzuschliessen, welche das Auge, insofern es durch Krystallkegel, Augenschwarz und Hornhaut vorgestellt wird, läugnen. Bezüglich des von Koch erwähnten gelblichen Auges darf ich die gewiss nicht unberechtigte Vermuthung hegen, dass er den erörterten gelben Fleck am Kopfe für ein Auge genommen hat. Entziffern zu wollen, was Plateau als Auge bezeichnet, will ich unterlassen.

3. Ueber die Schalendrüse.

Das unter dem Namen Schalendrüse bekannte Organ habe ich abermals angesehen und darf mir um so mehr gestatten desselben hier zu gedenken, als die neuesten Beobachter diese Bildung gar nicht zu kennen scheinen und ihre Angaben jedenfalls hinter dem zurückbleiben, was ich vor nunmehr 17 Jahren darüber veröffentlichte.

In der Schrift über die Daphniden [2] zeige ich an und beschreibe im Einzelnen nach Lage, Form und Präparationsweise, dass ich bei *Gammarus* das Homologon der »grünen Drüse« des Flusskrebses aufgefunden und mit aller Klarheit gesehen habe.

1) An Individuen, welche ich Monate lang im Zimmer am Leben erhielt, nahm das gelbliche Pigment nicht zu, wohl aber die weissliche Farbe des ganzen Thieres. Die mikroskopische Untersuchung liess erkennen, dass die immer mehr hervortretende Umwandlung der Körnchen im Protoplasma der Matrixzellen zu Fettkügelchen den weissen Farbenton hervorgerufen hatte

2) Naturgesch. d. Daphniden, 1860, p. 28, 29.

O. Sars[1]), sieben Jahre nachher die Anatomie des *Gammarus* bearbeitend, weiss ohne Zweifel von der Anwesenheit des Organs gar nichts: er kennt blos an den untern Antennen »un procès conique dirigé en bas et appelé l'épine olfactoire«.

De Rougemont[2]) hat ebenfalls nur Kenntniss von der kegelförmigen Hervorragung an der Basis der untern Antennen; denn obschon er offenbar weiter sich zu unterrichten sucht, geht das Ergebniss seiner Forschung doch in das Geständniss aus, dass inwendig ein Organ liege, welches ihm »bis jetzt räthselhaft« geblieben sei. Nur im Kegel selbst erblickt er einen mit granulirter kernartiger Substanz erfüllten Canal, dessen Mündung sich an der Spitze des Conus findet.

Und dass Humbert[3]), welcher jüngst den *Gammarus puteanus* nach verschiedenen Seiten hin gründlich untersucht hat, bei gedachtem Organ an Etwas stiess, dem er nicht beizukommen wusste, verräth sehr unzweideutig die Fig. 3 *c* auf Tafel VI seiner Abhandlung. Man sieht dort den Höcker, welcher die »Drüse« birgt, gefüllt mit einer zellig körnigen Masse, aus der sich die Spur eines in den Kegel eintretenden Canals erhebt. Der Text spricht auch nicht weiter als von einem »prolongement conique à sommet arrondi, portant une épine perforée«.

Der seit De Geer bekannte Kegel gehört, was schon mehrere der neueren Beobachter richtig bemerken, dem Wurzelglied der unteren Antennen an. Er ist bei *Gammarus pulex* grösser und länger ausgezogen als bei *Gammarus puteanus*[4]); von seinem freien Ende setzt sich noch einmal ein cylindrisches, rohrartiges Stück ab, mit ähnlicher Abweichung zwischen den beiden genannten Species, wie sie sich bezüglich des Hauptkegels zeigt. Das vorstehende Röhrchen hat eine freie Mündung.

Die Wand des eigentlichen Conus besteht aus dicker Cuticula und den Matrixzellen darunter. Die Kerne der letzteren haben je ein Kernkörperchen und der Zellenleib ist granulär. An dem abgesetzten cylindrischen Endstück vermisse ich die Matrixzellen, der ganze Theil scheint nur aus einer vorgestülpten Cuticula gebildet zu sein. Letztere einwärts in den Hauptkegel gehend, erzeugt die auskleidende Membran eines in der Mitte des Kegels heraufsteigenden Canals, der im frischen Zustande eine helle Lichtung darbietet. Unterhalb, nach aussen von

1) Hist. nat. d. crust. d'eau douce de Norvège, 1867.
2) Naturgesch. d. Gammarus puteanus, 1875.
3) Matériaux pour servir a l'étude de la Faune profonde du lac Leman, 1876.
4) Vergl. Fig. 1 *a* und Fig. 3.

der homogenen Innenhaut, liegt der zellige Theil der Wand, dessen Elemente von denen der Matrixzellen des Kegels insofern abweichen, als sie (bei *Gammarus pulex*) schräg verlängert das Chitinrohr umfassen. Doch ist dies Aussehen vielleicht erst durch leichten Druck oder Zerrung entstanden, denn bei *Gammarus puteanus* am völlig unbehelligten Thier bieten sie das Aussehen, welches in Fig. 1 versinnlicht erscheint. Noch sei bemerkt, dass der Kegel am lebenden Thier, wohl durch Muskelansätze an der Basis, sich beweglich zeigt.

In der Wölbung, seitlich und unten vom Kopf, liegt der aufgewundene Drüsenschlauch, welcher übrigens selbst bei demselben *Gammarus puteanus* am frischen lebenden Thier nicht so ohne Weiteres in die Augen springt, weshalb ihn ja auch alle Vorgänger übersehen haben; immerhin lässt er sich selbst noch an Weingeistexemplaren von *Gammarus pulex* durch Behandlung mit Kalilauge und Glycerin kenntlich machen. Schon früher[1]) habe ich einige Winke gegeben, wie man des Organs ansichtig werden kann.

Der Canal zeigt eine homogene Grenzhaut, ein Epithel und weite Lichtung; sein blindes Ende scheint etwas beutelförmig erweitert zu sein. Schon an Präparaten, welche in der vorhin bezeichneten Weise behandelt worden waren, lassen sich um die Windungen der Drüse herum zahlreiche Bluträume wahrnehmen und am lebenden Thier sehe ich deutlich in diesen, einerseits von der zelligen Matrix des Hautpanzers und andererseits von der homogenen Grenzhant der Drüse begrenzten Räumen, Blutkörperchen kreisen. All dieses schliesst sich den bekannten anatomischen Verhältnissen der Schalendrüse anderer Crustaceen an.

de Rougemont sagt, »nach den Behauptungen der Histologen soll das Organ als Geruchs- oder als Gehörwerkzeug functioniren können«. Dem gegenüber darf es mir gestattet werden daran zu erinnern, dass die Schalendrüse niederer Krebse von mir in erster Linie der »grünen Drüse« der höheren Krebse und mit dieser in zweiter Linie den gegenwärtig sogenannten Segmentalorganen der Ringelwürmer verglichen worden ist, eine Deutung, der wohl alle Morphologen jetzt zustimmen.

3. Zum Verdauungssystem.

Zur Zeit, als man nur von einem »Kaumagen« der höheren Krebse und Asseln wusste, machte ich aufmerksam[2]), dass auch bei *Gammarus*

1) Daphniden p. 29.

2) Zum feineren Bau d. Arthropoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, p. 444.

pulex ein ähnlicher, wenn auch einfacher ausgerüsteter Abschnitt des Darmcanals vorhanden sei. Ausserdem besprach ich die histologische Beschaffenheit des Darmes[1], der Leber[2], des Fettkörpers[3].

Auch bezüglich des *Gammarus puteanus* ist einiges Neue über dieses Organsystem zu bemerken.

Nachdem der steil ansteigende Schlund das Gehirn hinter sich gelassen hat, entwickelt er einen nach vorn und hinten scharf abgesetzten Theil, welcher den Kaumagen vorstellt. Die Intima erhebt sich in ein System stärkerer und feinerer Borsten, die an gewissen Stellen zu bedeutender Länge auswachsen, an andern zu feinen Höckerspitzen herabsinken. Gleich am Anfang des Kaumagens stehen mehrere Reihen dickerer Dornen mit seitlichen Höckern. Das Ende des Kaumagens ragt wie papillenartig in den Mitteldarm hinein.

Der Fettkörper ist in verschiedenem Grade entwickelt, mitunter äusserst reichlich vorhanden, so dass er sich von der Leibeshöhle in den Kopf, in die Beine und Kiemensäcke erstreckt und selbst die Zellen der Matrix des Hautpanzers daran Theil nehmen. Die Fetttropfen sind immer farblos. In dem Fettkörper der Leibeshöhle, um den Darm herum, sind ausser den Fetttropfen auch Ablagerungen jener Concremente vorhanden, welche ich längst von Isopoden (*Asellus aquaticus*), Insecten (*Locusta*, *Decticus*, *Menopon*, *Lampyris*) und Myriapoden (*Julus*) angezeigt habe[4].

Ich war eine Zeit lang geneigt, das Leuchten von *Lampyris* mit diesen Ablagerungen eines harnsauren Stoffes in Beziehung zu bringen. Doch hatte ich bereits dazumal aus eigener Erfahrung die entgegenstehende Thatsache anzuführen, dass bei *Julus terrestris*, welcher nicht leuchtet, sich im Fettkörper die Concremente in grösster Menge vorfinden, während bei einem andern Myriapoden, welcher entschieden leuchtet, bei *Scolopendra electrica* nämlich, nichts von diesen Ablagerungen im Fettkörper zugegen ist.

M. Schultze hat dann bekanntlich als Sitz des Leuchtens bei *Lampyris* eine Zellenform beschrieben, die sich dem Ende der Tracheen anschliesst. Ich habe dieser von allen Seiten mit Beifall angenommenen Ansicht niemals zustimmen können und zwar deshalb nicht, weil ich lange vorher ganz die gleichen Tracheenendzellen bei *Corethra*

1) Ebendaselbst p. 445.
2) Ebendaselbst p. 452. (Eine Abbildung erschien in meiner Histologie p. 362.)
3) Histologie p. 341.
4) Vergl. Archiv f. Anat. u. Phys. 1855 p. 464; ibid. 1863 (Einiges über den Fettkörper der Arthropoden); Histologie p. 342.

wahrgenommen und bekannt gemacht hatte, und doch bei letzterm Insect nicht das mindeste Leuchtphänomen sichtbar ist. Die Identität der von mir an genannter Larve aufgefundenen Elemente mit den Zellen am Ende der Tracheen im Leuchtorgan musste auch M. SCHULTZE anerkennen. Und dass diese Zellen in der That nicht die Quelle des Leuchtens sein können, beweisen doch auch die späteren Mittheilungen HEINEMANN's [1], welcher in der Lage war frische Thiere des *Pyrophorus* zu untersuchen. Diese durch die Pracht des Leuchtens berühmten Käfer besitzen in jenem Theil des Fettkörpers »nicht eine Spur der bei *Lampyris* vorkommenden Tracheenendzellen«. Was leuchtet sind eben die Zellen des Fettkörpers.

Wenn ich nun noch die von PANCERI an verschiedenen Seethieren über das Leuchten angestellten Untersuchungen zu Rathe ziehe, welche darauf hinweisen, dass es eine Art Leuchten giebt, wobei fetthaltige Zellen als der Sitz dieser Erscheinung sich ausweisen, so denke ich mir ein fettreiches Zellenprotoplasma, und vielleicht das Fett in erster Linie am »Leuchten« betheiligt.

In dieser Auffassung bestärkt mich auch die Thatsache, dass Eier leuchten können, wo demnach eine Betheiligung von »Tracheenendzellen« von vornherein ausgeschlossen ist. Ueber das Leuchten der Eidechseneier verweise ich auf meine Mittheilungen in der Schrift über die deutschen Saurier. Aber was gerade im Hinblick auf das Leuchten von *Lampyris* wichtig ist, auch die Eier dieses Käfers zeigen die gleiche Lichterscheinung.

Der erste Beobachter dieser Thatsache war KRATZENSTEIN [2]. Er schreibt im Jahre 1757 an LINNÉ Folgendes: »Marem lampyridum Te nondum vidisse in Fauna scribis. Cum ego, noctilucarum admodum amans per aestatem colonias horum insectorum nutrire soleam, eaque conjugata habuerim, si jusseris, vel iconem vel naturale exemplar unam vel alterum mittam. Mas primo intuitu Elaterem refert, exactius vero consideratus caput cassidis, abdomen vero et elytra flexilia Cantharidum ostendit. Ova pariter lucida sunt, sed debilius lumen spargunt. Pluviosa praecipue nocte nuptias celebrant« [3]. Dass diese Beobachtung nicht in dem Briefe begraben blieb, zeigt ihre Aufnahme in verschiedene Schriften, z. B. in BLUMENBACH's Handbuch der Naturgeschichte [4]. »Die Eyer des Johanniswürmchen leuchten selbst

1) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 8.

2) Professor der Physik in Kopenhagen, ein Deutscher »ad radices Bructeri et Hercyniae natus«.

3) Af Linné's Brevvexling: aktstykker til Naturstudiets Historie i Danmark ved SCHIÖDTE. Naturh. Tidsskrift 1870—71.

4) Mir liegt die 11. Auflage vor, Göttingen 1825.

auch im Finstern«. Selbständig fand die Thatsache wieder auf Dieckhoff[1]): er traf die Eier auf einer sehr nassen Wiese, in kleinen Gruppen an Grashalmen abgelegt, »nicht unbedeutend phosphorescirend«. In den letzteren Jahren ist dieses Leuchten der Eier von *Lampyris* noch einmal als nagelneue Entdeckung angezeigt worden.

5. Zum Kreislaufssystem.

Ueber das histologische Verhalten des Kreislaufes bei *Gammarus pulex* habe ich an einem andern Orte[2]) nach Beobachtungen am lebenden Thier mich ausgesprochen. An *Gammarus puteanus* lässt sich natürlich bei dem Pigmentmangel und besonders an fettlosen Thieren eine Uebersicht des Kreislaufes noch besser gewinnen. Was ich aber hervorheben möchte, ist die Anwesenheit einer vom vordern Ende des Herzens abgehenden und scharf begrenzten Aorta, welche im Kopf sich gablig theilt. Auch in den Antennen und den Schwanzfüssen hebt sich die arterielle Bahn so bestimmt von der Umgebung ab, dass man für dieselbe besser die Bezeichnung »Gefäss« als die von »Lacune« anwendet. Es reiht sich diese Art Sonderung der Blutbahn an das an, was ich auch an einzelnen Arten bei Insecten beobachtet habe[3]), z. B. an den ebenfalls im Wasser lebenden Larven von *Semblis*.

Bekanntlich geht bei Arthropoden im Allgemeinen die Richtung des Blutstromes von hinten nach vorn. Ich habe zuerst[4]) nach Untersuchung junger aus dem Eiersack genommener Thiere von *Lycosa saccata* dargethan, dass die Hauptmasse des Blutes im Herzen von vorn nach hinten strömt, um durch eine freie Mündung auszufliessen. Das im vordersten Abschnitt des Herzens enthaltene Blut tritt nach Claparede[5]) in eine Arterie des Cephalothorax über. Eine solche Theilung der Blutmasse wird wohl immer da stattfinden, wo der Herzschlauch am vorderen und hinteren Ende in eine Aorta ausgeht, wie bei den Scorpionen und den höheren Krebsen; und das Verhältniss bei den Spinnen scheint ein Vorläufer der hinteren Aortenbildung zu sein.

Merkwürdig sind die Mittheilungen, welche man bei Reaumur[6]) über die Verschiedenheit des Kreislaufes zwischen Raupe und Schmet-

1) Ueber d. Leuchten der Lampyrisarten. Stettiner Entomol. Zeitung 1842, p. 118; vergl. auch ebendaselbst Jahrg. 1848, p. 214.

2) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, p. 456.

3) Histologie p. 441.

4) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, p. 454.

5) Mem. d. l. soc. de Physique et d'hist. nat. de Genève, T. XVII.

6) Mem. pour servir a l'hist. des Insectes. Amsterdam 1737. Tom. I. Sec. Partie. p. 388. »Mais ce qui est très remarquable, c'est que la circulation s'y fait dans un

terling liest. Er sagt, bei der Raupe würde im Herzen das Blut getrieben von hinten gegen den Kopf, beim Schmetterling hingegen umgekehrt: vom Kopf nach hinten.

Im Hinblick auf eine neue ausführliche Anatomie des *Limulus*[1], wobei auch der Bau des Herzens Berücksichtigung findet, erlaube ich mir zu bemerken, dass ich seiner Zeit das Herz dieses Thieres ebenfalls in das Bereich meiner Arbeiten gezogen und darüber in der Naturgeschichte der Daphniden[2] berichtet habe.

6. Zoologische Bemerkungen.

Die Arten von *Gammarus* im älteren Sinn zeigen ihre Hauptverbreitung nordwärts und zwar im Meere, worüber uns die Schriften der scandinavischen Zoologen, so z. B. des letzten Bearbeiters Axel Boeck[3]), schöne Aufschlüsse gegeben haben. Man erstaunt förmlich über die Menge von Species, welche als an den Küsten von Norwegen, Grönland, Island und Spitzbergen lebend aufgeführt werden.

Im Süsswasser jedoch kommen auch dort nur zwei Arten vor: der weitverbreitete *Gammarus pulex* De Geer und der auf Scandinavien beschränkte *Gammarus neglectus* Liljeborg.

In den Bächen, Flüssen, Seen und Brunnen unserer Gegenden kamen mir die folgenden drei Vertreter der Amphipoden zu Gesicht:

1. *Gammarus pulex* De Geer. Mit Augen; Schwanzringe ohne Dorn.
2. *Gammarus fluviatilis* Rösel. Mit Augen; Schwanzringe mit spitzem Dorn.
3. *Gammarus* (Niphargus) *puteanus* Koch. Ohne Augen.

Was die Verbreitung betrifft, so habe ich die beiden erstgenannten Arten bald zusammen in einer Gegend beobachtet, bald nur die eine oder die andere Art. Um Tübingen z. B. wurde, wie ich schon anderwärts gemeldet, nur *Gammarus pulex* angetroffen: so namentlich in den verschiedenen von der Alb herabströmenden Gewässern. Der Krebs vermehrt sich an passenden Oertlichkeiten ganz ungemein: beim niedrigen Stand z. B. der Steinlach oder beim Abdämmen derselben

sens directement contraire à celui où elle s'y faisoit lorsque le Papillon étoit Chenille. Alors la liqueur étoit poussée du derrière vers la tête, et dans le Papillon, la liqueur est poussée de la tête vers le derrière«.

1) Annales d. sc. natur. Ser. V. Zoologie Tom. XVII 1872—1873.

2) p. 55. Auf p. 52 handle ich auch über den Nahrungscanal des *Limulus* nach eigenen Untersuchungen.

3) Crustacea amphipoda borealia et arctica. Vidensk. Selsk. Forhandlingar for 1870.

musste man staunen über die unglaubliche Menge von Individuen, welche jetzt zum Vorschein kamen. Vorgenannte Art giebt offenbar den seichteren, aber stark fliessenden Bächen den Vorzug vor dem stillen und tieferen Wasser.

In der Gegend von Würzburg finden sich die beiden Species, der *Gammarus pulex* z. B. in dem kleinen Bach der Alandsquelle, nicht aber im Main. In diesem Flusse lebt *Gammarus fluviatilis* und zwar in den buchtenartigen Stellen und in den seenartigen Altwässern. In der Tauber bei Rothenburg sah ich nur *Gammarus fluviatilis* und auch in den Bächen und Seen des ganzen dortigen Gebietes immer nur diese Art. Bei Bonn sind beide Arten vertreten, im Rhein selber habe ich bisher nur *Gammarus pulex* getroffen.

In den rasch herabfliessenden kleinen Bächen des Rhöngebirges, z. B. in der Gegend von Bischoffsheim, Kleinsassen, Schackau kam mir wieder nur der *Gammarus pulex* unter die Augen, während die Saale bei Kissingen den *Gammarus fluviatilis* beherbergt: das feine Netz an stilleren Plätzen durch das Pflanzengewirr getrieben, brachte ihn massenhaft auf. Auch im See neben dem Kirchhof in Kissingen lebt nur diese Art, sowie ich sie ferner ausschliesslich in ganz kleinen Tümpeln zwischen Neustadt und Wallbach fischte.

Gammarus puteanus mag wohl verbreiteter sein als man bisher kennt. Zuerst aufgefunden in Schöpf- und Ziehbrunnen bei Regensburg (Koch), wurde er dann auch in Brunnen des Rheingebietes bei Zweibrücken (Koch), bei Elberfeld (Caspary), Bonn (Hosius), Cöln (von la Valette St. George), dann auch in München (de Rougemont) wahrgenommen. Sollte nicht auch Zenker in Thüringen auf unsern Krebs gestossen sein, wenn er von *Gammarus pulex* sagt: »Saepenumero satis singulari laborant leucomate, ubi oculi prorsus albent«. Ich habe das Thier aus einem Brunnen in Tübingen angezeigt und eine Anzahl von Exemplaren in der dortigen Sammlung aufgestellt. Dann wurde es nachgewiesen in der Falkensteiner Höhle bei Urach von Wiedersheim[1]) und Fries[2]). Hier in Bonn ist der Krebs im Wasser aus den Brunnen der Stadt eine beinahe gewöhnliche Erscheinung. Von andern Fundstätten erwähne ich nur noch die Tiefe des Genfer Sees, und die von dort her-

1) Beiträge zur Kenntniss der Württemb. Höhlenfauna, Verhandlungen d. Würzburger phys.-med. Gesellschaft. IV. Bd. 1873.

2) Die Falkensteiner Höhle, ihre Fauna und Flora. Ein Beitrag z. Erforschung der Höhlen im schwäbischen Jura. Jahreshefte d. Vereins f. vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1874. Fries hat, mündlicher Mittheilung zufolge, unsern *Gammarus* ferner im Brunnen des Militärlazareths in Würzburg beobachtet.

aufgezogenen Exemplare bildeten das Material zu der genauen Arbeit, welche zuletzt HUMBERT [1]) über unser Thier veröffentlicht hat.

Darüber, dass *Gammarus puteanus* eine von den zwei andern Arten gut verschiedene Species sei — ganz abgesehen von dem Augenmangel — besteht für mich kein Zweifel. FRIES hat das Experiment gemacht einige junge Exemplare von *Gammarus pulex*, welche er dem aus der Falkensteiner Höhle fliessenden Bach entnommen, in einer Blechkiste während des ganzen Winters im Dunkeln zu halten. Hierbei verlor sich denn das Pigment fast vollständig und selbst das Augenschwarz [2]) nahm etwas ab, und unser Beobachter erklärt sich für geneigt anzunehmen, dass der *Gammarus puteanus* localen Ursprunges wäre, und auch WIEDERSHEIM äussert die Meinung, dass der blinde *Gammarus* der beregten Oertlichkeit ursprünglich mit dem sehenden identisch gewesen sei.

Dieser Auffassung, so ansprechend sie theoretisch ist und wenn wir den Zeitpunct der Umwandlung weit zurückverlegen, muss aber entgegen gehalten werden, dass in der Gegenwart ein durch Entziehung des Lichtes hell und durchscheinend gewordener *Gammarus pulex* noch kein *Gammarus puteanus* ist, sondern vielmehr von diesem stark verschieden bleibt, wenn auch nicht in dem Grade, dass die Aufstellung einer Gattung *Niphargus* durchaus sich rechtfertigen liesse.

Die Unterschiede, welche mich die eigene Untersuchung bisher kennen gelehrt hat, sind folgende:

Es fehlt bei *Gammarus puteanus* ein Auge völlig. Wenn HUMBERT noch sagt: oculi nulli vel rudimentarii?, so darf man das letztere in Anbetracht der obigen Mittheilungen über das Pigment am Kopf völlig streichen.

Die Nebengeissel der oberen Antennen besteht in beiden Geschlechtern des *Gammarus puteanus* nur aus zwei Gliedern. Bei *Gammarus pulex*, Weibchen, aus drei; beim Männchen aus vier Gliedern. Auf diese Verschiedenheit in der Zahl der Glieder der Nebengeissel hat SCHIÖDTE die Gattung *Niphargus* gegründet.

1) Le Niphargus puteanus, Matériaux pour servir à l'étude de la Faune profonde du lac Leman, Lausanne 1876.

2) Das Augenschwarz ist bekanntlich bei verschiedenen Wirbellosen viel ausdauernder als das dunkle Pigment des übrigen Körpers. Nicht blos an *Gammarus pulex*, auch wenn er im Leben stark blauschwärzlich gefärbt war, verliert sich im Weingeist dieses Pigment völlig, so dass die Thiere rein gelbweiss werden, während das Augenschwarz scharf sich erhält, sondern auch an Egeln, z. B. *Hirudo, Piscicola* lässt sich das Gleiche beobachten: die Augenpuncte heben sich lebhaft schwarz ab, während das ganze übrige Thier abgebleicht ist.

Die Riechzapfen an der Hauptgeissel der oberen Antennen beginnen bei *Gammarus puteanus* am sechsten Glied und sind im Allgemeinen in der Zahl sechs vorhanden. Es kann wohl ein Glied leer ausgehen, und im anderen Fall ein Glied auch zwei der Zapfen tragen. Diese Sinnesorgane sind wie in Wechselwirkung mit dem fehlenden Auge viel mehr entwickelt als bei den mit Augen versehenen Arten. DE ROUGEMONT hat zuerst auf diesen Punct aufmerksam gemacht, dessen Richtigkeit ich zu bestätigen habe. Während bei *Gammarus pulex* und *Gammarus fluviatilis* die Riechzapfen kurz sind und kaum das Drittel der Länge eines Geisselgliedes erreichen, sind sie bei *Gammarus puteanus* nahezu von der Länge des folgenden Geisselgliedes. Am Endglied bemerkt man noch zwischen den Borsten einen kurzen Sinneszapfen.

An den Gliedern der Geissel der unteren Antennen stehen bei *Gammarus puteanus* die oben als Cylinder oder Keulen erwähnten Bildungen und zwar in der Zahl zwei. Dazu kommt noch an der Spitze des Endgliedes ein dritter durch Kürze und Form etwas abgeänderter Kolben. Bei *Gammarus pulex* sehe ich an der Geissel der unteren Antennen nichts von diesen Cylindern, sowie beim Weibchen ausser den gewöhnlichen Borsten noch die zarten doppelfiedrigen oder Tastborsten. Das Männchen aber besitzt die eigenthümlichen pantoffelförmigen Organe oder Calceoli.

Wenn man sonach den *Gammarus puteanus* der Gegenwart als wohl abgegrenzt von *Gammarus pulex* anzusehen Ursache hat, so besteht doch darüber Unsicherheit, ob nun ferner alle die bisher in Brunnen, Höhlen und in der Tiefe der Seen gefundenen Formen des »*Gammarus puteanus*« zusammengehören, oder ob sie nicht vielmehr weiter getrennt werden müssen. Ich bin nur in der Lage, den *Gammarus puteanus* aus der Falkensteiner Höhle [1]) und das hier in den Brunnen Bonns lebende Thier vergleichen zu können.

Diese beiden machen für die Besichtigung mit freiem Auge den Eindruck, als ob es zwei verschiedene Species wären. Der *Gammarus* der Höhle ist in der Grösse gleich dem *Gammarus pulex* des aus der Höhle fliessenden Baches und ebenso derbhäutig, er ist ein wahrer Riese gegen den *Gammarus* der hiesigen Brunnen, welcher klein, schmächtig und zarthäutig ist. Dann war der *Gammarus*, den ich lebend aus dem Brunnen von Tübingen hatte, von hell durchscheinendem Wesen, jener von Bonn aber ist mehr weiss, wegen der Menge des im

1) Das von Prof. WIEDERSHEIM gesammelte und mir freundlichst überlassene Exemplar.

Körper und seinen Anhängen befindlichen Fettes und auf diese Farbe bezieht sich ja auch der Name *Niphargus*. Doch von diesen zwei Puncten abgesehen kann ich in den oben angegebenen Merkmalen zwischen den beiden Formen nur geringe Unterschiede auffinden; am auffälligsten ist mir, dass am *Gammarus* der Höhle die auch hier am sechsten Glied beginnenden Riechzapfen der Geissel der oberen Antennen kaum länger sind, als beim *Gammarus pulex*; auch sind an der Geissel der unteren Antennen die Sinnes-Kolben von einem ganzen Büschel von Borsten umstellt, gegen fünf, wozu noch zwei leicht geknöpfte Haare mit hellem, blassem Ende kommen, welche den Uebergang von den spitz geendigten Haaren zu den wirklichen Sinneskolben zu vermitteln scheinen.

Auf abweichende Verhältnisse in der Zahl der Glieder der Hauptgeissel [1]) kann man kaum Werth legen, denn auch bei dem *Gammarus* des Brunnens zähle ich an den oberen Antennen 15 bis 20 Glieder und an den unteren Antennen 7 bis 10.

Das geringe mir zu Gebote stehende Material lässt mich zwar kein sicheres Urtheil in der beregten Frage gewinnen, macht mich aber geneigt, der Ansicht von de Rougemont beizutreten, welcher zufolge ausgedehnter Untersuchungen zu dem Ergebniss gelangte, dass die bisher aufgestellten Arten des blinden *Gammarus* keine Species sind, sondern »verschiedene Stufen der Entwickelung einer und derselben Species *Gammarus puteanus* Koch«. Nach ihm sind *Gammarus minutus* Gervais, *Crangonix subterraneus* Sp. Bate, *Niphargus Kochianus* Sp. Bate, *Ni-*

1) Bekanntlich drückt sich die Verschiedenheit des Geschlechtes bei Insecten sehr häufig in abweichender Beschaffenheit der Antennen aus, z. B. auch in der verschiedenen Länge und Zahl der Glieder der Antennen. Man denke z. B. an manche Cerambyciden unter den Käfern. Aehnliches kommt bei Krebsen vor. So besitzt das Männchen des *Astacus fluviatilis* längere Fühlhörner als das Weibchen. Bei *Gammarus pulex* ist dies nicht minder der Fall: beim männlichen Thier zählt man an den oberen Antennen dreissig und einige Glieder, beim Weibchen zwanzig und einige. (In den Compt. rend. 1872, No. 15, Octob. werden die Eigenschaften besprochen, durch welche die beiden Geschlechter des *Astacus fluviatilis* schon in der äusseren Erscheinung von einander kenntlich sind, wobei denn auch erwähnt wird: les antennes sont plus longues chez les mâles que chez les femelles. Wenn dann weiter hervorgehoben wird: »les grosses pinces sont a simple vue beaucoup plus volumineuses chez les mâles, und ferner: le developpement beaucoup plus considérable de l'abdomen ou queue des femelles«, so sind das eigentlich seit mehr als hundert Jahren bekannte Dinge. Man vergleiche Rösel, Insectenbelustigung, 3. Theil, Nürnberg 1755 p. 311: »Männlein und Weiblein sind leichtlich von einander zu unterscheiden, wenn man auf ihre Schwänze und Scheeren Acht giebt; denn letztere sind am Männlein grösser und bei den Weiblein ist der Schwanz allzeit breiter, weil solcher zur Bedeckung der Eier dienen muss«.)

phargus fontanus Sp. Bate, *Niphargus stygius* Schiödte sämmtlich nur verschiedene Formen des *Gammarus puteanus* Koch. In der Grösse gehen diese Formen von 2—4 Mm. bis zu 18 Mm., ja de Rougemont fand in einem Brunnen von Neuschatel einen *Gammarus puteanus* von 33 Mm. Grösse, sonach ein wahres Riesenexemplar von einem Gammariden. Ich bemerke hierzu, dass ich vor einigen Jahren im Rhöngebirge, in dem durch das Dorf Haselbach fliessenden Wasser ein nahezu ebenso colossales Exemplar von *Gammarus pulex* unter zahlreichen Thieren gewöhnlicher Grösse sammelte, das im Weingeist aufbewahrt, so lange ich es besass, die blauschwärzliche Färbung beibehalten hatte und nicht gelbweiss wurde, wie es sonst zu geschehen pflegt [1].

Wenn man die Veränderlichkeit in Folge grossen Anpassungsvermögens an die äusseren Bedingungen zugiebt und die Möglichkeit, alle Formen des *Gammarus puteanus* von *Gammarus pulex* abzuleiten, prüfend verfolgen will, so lässt sich der blinde *Gammarus* für weitere Studien ganz besonders empfehlen. Humbert ist, wenn ich den Rückblick auf seine gründliche Arbeit recht verstehe, der Ansicht, dass zwar der *Niphargus* der Seen von dem *Niphargus* der unterirdischen Gewässer herstamme, ohne aber den *Gammarus pulex* zum Vorfahren zu haben. Den *Niphargus* habe man von einem erloschenen Gammariden abzuleiten.

7. Einige geschichtliche Bemerkungen.

Die Flussgarneele (*Gammarus*) mag schon in sehr früher Zeit bemerkt worden sein. Bei Johnston z. B. in der Hist. nat. de Insectis aquaticis multipedibus geschieht aus älteren Schriftstellern neben dem *Pulex* und *Asellus marinus* auch der Süsswasserform Erwähnung. Ebenso scheinen Schwenkfeld im Theriotropheum Silesiae, sowie Ray und Merret in ihren Werken der Flussgarneele gedacht zu haben.

Die wissenschaftlichere Untersuchung beginnt aber eigentlich erst mit Frisch [2]. Dieser Philologe und Naturforscher giebt die erste mir bekannt gewordene Figur, welche er nach seiner Mittheilung von seinem »noch kleinen Sohn hat stechen und radiren lassen«. Es ist unzweifelhaft die Species *Gammarus pulex* dargestellt, in natürlicher Grösse und so kenntlich, dass sich daran die späteren Faunisten zurecht

1) Gerade bei Crustaceen kommen, da dem Wachsthum durch die fortdauernde Häutung eine weniger scharfe Grenze gezogen ist, in den verschiedensten Gruppen einzelne ungewöhnlich grosse Individuen vor. Aus Schaaren der *Sida crystallina* z. B. fielen mir hin und wieder ebenfalls Riesenexemplare auf.

2) Beschreibung von allerley Insecten in Teutsch-Land. Berlin 1728, Tab. XVIII, Krebsförmiger Wasserwurm.

fanden und schon Scopoli [1]) im Stande war zu bemerken, dass Andre diesen Krebs des Süsswassers mit den nahe stehenden Meerformen zusammengeworfen hätten. Die zweite Species, *G. fluviatilis*, erscheint zuerst von Rösel [2]) abgebildet, weshalb sie auch von manchen Systematikern als *G. Roeselii* aufgeführt wird. Die vergrösserte Figur gefiel schon den Zeitgenossen, welche Sinn für gute Abbildungen hatten, so sehr, dass sie einfach copirt wurde. So ist z. B. die Figur bei Geoffroy [3]) die Rösel'sche mit der geringen Abänderung, dass die Schwanzanhänge und Füsse des Postabdomens, welche an dem Originale völlig glatt erscheinen, mit Borsten ausgestattet werden. Selbst noch in Lehrbüchern der Zoologie unserer Tage wird die Rösel'sche Figur aufgelegt, was sie wohl dem Lebendigen in der Auffassung verdankt, denn in den morphologischen Einzelheiten steht sie doch späteren Abbildungen entschieden nach.

Die bildlichen Darstellungen beim nächsten Untersucher, de Geer [4]), erheben sich auf eine höhere Stufe dadurch, dass sie nicht blos das Thier mit der Loupe vergrössert geben, sondern auch unter dem Mikroskop den Kopf und seine Theile, die Schwanzringe, die verschieden geformten und gegliederten Füsse veranschaulichen. Die Species ist deutlich *G. pulex*. Immer die gleiche Art erscheint auch in dem Werke von Desmarest [5]) in sauberer Zeichnung, der Kopf noch besonders und vergrössert.

Als die beste, wenn auch nur Umrissfigur der Species *G. pulex* muss jene bei Zenker [6]) gelten, welche sich der Zeit nach der vorge-

1) Entomologia carniolica, Vindobonae 1763, p. 412.

2) Monatlich herausgeg. Insectenbelustigung. 3. Theil, 1755. (Die kleine Garneele unsrer Flüsse.)

3) Hist. abrégée des Insectes qui se trouvent aux environs de Paris, T. 2, 1762. Pl. XXI. — Auch die beiden Zeichnungen bei Sulzer, Kennzeichen der Insecten, Zürich 1761, sind Copien aus Rösel.

4) Abhandlungen z. Geschichte der Insecten. Uebersetz. von Götze. Bd. 7, Nürnberg 1783. Im Text steht — ob durch Schuld des Uebersetzers? — Rösel habe nach dem Geoffroy das Thier sehr schön abgebildet, während die Sache sich gerade umgekehrt verhält.

5) Consideration générale sur la classe des Crustaces, Paris, 1825. Tab. 45.

6) De Gammari pulicis historia naturali atque sanguinis circuitu, Jenae 1832. Von den in der auch sonst interessanten Schrift erwähnten Parasiten des *G. pulex* ist bekanntlich »Siphonostoma parasiticum« der gewöhnliche und an diesem Thier so häufig anzutreffende *Rotifer*. Den *Echinorhynchus* in seiner Jugendform, welcher als orangerother Punct aus dem Innern des lebenden Thieres herausschimmert, habe ich ebenfalls häufig beobachtet. Hingegen möchte ich an dieser Stelle erwähnen, dass mir der von Stein entdeckte und benannte Parasit *Dendrocometes* bis jetzt erst einigemal an Thieren aus der Umgebung von Tübingen vor die Augen gekommen ist.

nannten anschliesst. Sie hätte, wenn man nicht eine noch genauere Orginalabbildung liefern wollte, die RÖSEL'sche Figur in den Lehrbüchern längst verdrängen sollen. Die nahezu gleichzeitigen, colorirten Abbildungen unsres Krebses bei KOCH sind wie so manche Figuren des Werkes in Auffassung und technischer Behandlung von geringem Werth.

Den letztgenannten Zoologen pflegt man auch als ersten Entdecker des *Gammarus puteanus* zu bezeichnen. Im Fall man es mit den Jahreszahlen genauer nimmt, ist es indess wohl richtiger zu sagen, dass KOCH und GERVAIS zu gleicher Zeit das Thier bekannt gemacht haben. Wenn man freilich, wie es hin und wieder geschieht, zu KOCH citirt: »Faunae insectorum Germaniae initia, 1798«, so käme die Beobachtung von KOCH weit vor jener GERVAIS'; allein das erste Heft des KOCH'schen Werkes, welches als Fortsetzung der von PANZER begonnenen und bis zum 109. Hefte fortgeführten Fauna insectorum Germaniae auftritt, erschien 1835, nachdem zuvor HERRICH-SCHÄFFER die Hefte bis zum 132. herausgegeben hatte. Dieselbe Jahreszahl, 1835, trägt auch der Band der Annales des sciences, welcher die Beobachtungen von GERVAIS bringt.

Isopoden.

1. Zum Bau der Antennen.

Bei der, gleich der Gattung *Gammarus*, im Wasser lebenden Gattung *Asellus* finden sich an den Antennen, wie dies von mir zuerst gezeigt wurde, abermals ausser den gewöhnlichen Borsten, jene blassen Fiederborsten, welche Andre jetzt »Hörhaare« nennen wollen, sowie die Riechzapfen. Bezüglich des *Asellus aquaticus* will ich auf diese Verhältnisse nicht weiter eingehen, da ich darüber in Wort und Bild mich seiner Zeit verbreitet habe [1]. Hier gedenke ich zunächst des blinden *Asellus cavaticus*.

Die langen Antennen bestehen in ihrem Stiel aus vier Gliedern: einem dicken Wurzelstück, einem darauf folgenden schmalen Glied, dem sich zwei längere Glieder anschliessen, wovon das vierte doppelt so lang ist als das dritte. An der Geissel zähle ich 24 Glieder von ungleicher Länge. Auf diesem Antennenpaar sitzen nur gewöhnliche Borsten, deren Ende sich aber als abgesetztes blasses Fädchen darstellt.

1) Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860, Taf. VII, Fig. 4.

An den kleinen Antennen unterscheide ich ausser einem dicken Wurzelstück noch 6 Glieder von ungleicher Länge. Das längste ist jenes, welches an das Wurzelstück anschliesst, das dritte ist das kürzeste, das vierte, fünfte und sechste sind ziemlich gleich lang. (FUHLROTT zeichnet neun Glieder.) Diese Antenne trägt nun wieder ausser den gewöhnlichen Borsten die so auffälligen Riechzapfen: an Thieren geringerer Grösse zähle ich nur zwei, wovon einer am Endglied der Geissel, der andere am vorletzten Glied sitzt; an grösseren Thieren bemerkt man auch noch einen dritten Riechzapfen am nächstvorhergehenden Glied. Sie sind stark entwickelt, bestehen aus dem schmalen dunkelrandigeren Stiel und dem hellen verdickten Endtheil.

Die Gattung und Art *Ligidium Persoonii* weicht bezüglich der in Rede stehenden Körpertheile schon stärker von *Gammarus* ab. Die kleinern oder innern Antennen bestehen aus drei Gliedern, deren Cuticula mit Ausnahme des letzten Gliedes rauh durch Schuppenbildung [1]) ist. Das erste Glied besitzt gegen die Gelenkstelle zu eine lange, starke und drei ganz kurze, aber ebenfalls kräftige Borsten; am Ende des zweiten Gliedes stehen drei lange, dicke Borsten. Das Endglied der Antennen erscheint wie ein kurzer Fortsatz des zweiten Gliedes, und zwar von weicher, zarter Beschaffenheit; ebenso geartet sind die Borsten desselben, wovon zwei bis vier den Gipfel besetzen, während eine seitwärts aus der Mitte kommt. Die langen Borsten des ersten und zweiten Gliedes sind in der Mitte deutlich, wenn auch schwach abgegliedert. Das Ende verliert sich in eine zugespitzte Gabel, aus deren Mitte noch ein das Ende überragender und geknöpfter Faden hervorsteht. Die Gabelspitzen, sowie insbesondere der mittlere Faden sind von blassem, zarterem Wesen. Im Innern steigt ein fein granulärer Strang mit, wie es scheint, körniger Verbreiterung bis zur Wurzel der drei Endgebilde. — Die Borsten des Endgliedes erheben sich aus einer lichteren, von einem Wall umzogenen Stelle der Antennen, ähnlich wie solches an Palpen der Insecten nicht selten ist.

An den grossen oder äusseren Antennen sehe ich den Stiel zusammengesetzt aus fünf Gliedern, von denen das erste das kürzeste, das fünfte das längste ist. Am Uebergang des zweiten zum dritten

1) Die Sculptur der Cuticula der Haut ist die bei Krebsen gewöhnliche Täfelung, welche das Bild eines Epithels giebt. An vielen Stellen, namentlich am Rücken, den Antennen, Beinen und Schwanzanhängen geht die Sculptur durch Erhebung der Ränder ins Schuppige über. Die Kiemenblätter haben eine dünne, glatte Cuticula. Auch das oben erwähnte letzte Glied der kleinen Antennen ist in der Hauptsache glatt zu nennen, und nur an einer Seite ist noch eine Spur der Schuppenbildung wahrzunehmen.

Gliede geht eine starke, gerade Borste ab; am Ende des dritten und vierten Gliedes stehen in entgegengesetzter Richtung von der grossen Borste des zweiten Gliedes zwei lange Borsten, und eine ebensolche in der Mitte des fünften Gliedes. Alle gehen in zwei blasse Endspitzen aus, zwischen denen noch ein zartes geknöpftes Endfädchen hervorsteht. Auf der Oberfläche der Glieder erheben sich ausser den Zackenlinien der rauhen Sculptur von Stelle zu Stelle noch einzelne feine Fädchen mit zartem Endknopf. An der Geissel zähle ich zwölf mit Borsten besetzte Glieder.

Jede Borste zeigt die mittlere, mehrfach erwähnte Knickung und ein Knöpfchen der blassgewordenen Endspitze. Schon am vorletzten Gliede steht seitlich ein Büschel langer dünner Haare und aus dem quer abgeschnittenen Endglied erhebt sich ein dichter Pinsel langer und ebenso beschaffener Haare[1]).

Das einzelne Haar von durchweg etwas blassem Wesen erscheint bei nicht mehr ganz frischem Zustande innen von dicht sich folgenden Vacuolen durchzogen und das abgestumpfte Ende hebt sich durch dunkle Beschaffenheit und scharfe Abgrenzung vom übrigen Haar in sehr bestimmter Weise ab. Unter Zuhülfenahme von Immersionslinsen zeigt sich ferner, dass das dunkle, leicht gebogene Endwürstchen durch seitliche Einkerbungen perlschnurartig sich zerlegen könne und auch wohl in einzelne Klümpchen zerfällt, die wie hervorgequollen am Ende des Haares liegen. Die Glieder der Geissel zeigen die schuppige Sculptur bis zum Endglied, welches glatt geworden ist. Im Innern dieses Gliedes, unterhalb des Haarpinsels, liegt ein Ganglion, das in zwei Hälften zerfällt, oder in einen vorderen grösseren und einen hinteren kleinen Abschnitt, beide verbunden durch streifig nervöse Züge.

Noch bemerkt man schon bei mässig starker Vergrösserung inmitten der Wurzel des Haarpinsels eine dunkelkörnige Partie, die bei Anwendung starker Linsen sich in kuglige Körper auflöst, welche das Licht in ähnlicher Weise brechen wie die Endstücke der den Pinsel zusammensetzenden Haare. Was sie bedeuten und ob es nicht am Ende ein zufälliges Vorkommniss war, ist mir unbekannt geblieben.

Gegenüber von *Gammarus* und *Asellus* vermissen wir somit hier an *Ligidium* jene gefiederten hellen Borsten, welche von Andern als »Hörhaare« bezeichnet werden. Hingegen sind die blassen Endspitzen, sammt den geknöpften Endfädchen an den Borsten gewöhnlicher Art ebenfalls vorhanden. Und es mag an dieser Stelle eingeschaltet sein,

1) Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17.

dass, wie bei *Gammarus* und *Asellus*, so auch bei *Ligidium*, die grossen Borsten andrer Körpergegenden, der Gliedmassen z. B., ebenfalls in eine blasse Gabel endigen, zwischen deren Aesten ein geknöpftes Fädchen hervorragt. Die den Riechzapfen gleichwerthige Bildung suche ich in den Pinseln des letzten und vorletzten Gliedes. Hierfür spricht ausser dem Ort des Vorkommens auch die vacuoläre Beschaffenheit der blassen Innensubstanz der Haare, sowie ganz besonders die Anwesenheit und Lichtbrechung des cylindrischen Körperchens am Ende, welches an die dunkelrandigen Köpfchen oder wie sonst geformten dunkeln Endkörperchen der Riechzapfen erinnert.

Bei den Landasseln im engeren Sinn, *Oniscus*, *Porcellio*, erscheinen die inneren Antennen gegenüber den äusseren, welche lang sind, ganz winzig und stehen auch etwas versteckt. Ich habe daher dieses Verhältniss in einigen Abbildungen veranschaulicht [1]).

Verschiedene Autoren melden von den innern Antennen, dass sie viergliedrig wären, während ich bei *Porcellio* und *Oniscus* nur drei Glieder sehe, was mit der Angabe bei Zaddach übereinstimmt. In der Gestalt und Grösse der Glieder, obschon immer das Basalglied das längste und dickste, und das mittlere das kürzeste ist, zeigen die beiden genannten Gattungen und selbst Arten bestimmte Verschiedenheiten, wie ein Blick auf Figur 22 und Figur 23, welche genau nach der Natur genommen sind, sofort zeigen kann. Bei *Porcellio scaber* erhebt sich aus dem Gipfel eine blasse Warze und diese ist von einer Seite umstellt durch gleichfalls blasse stumpfe Cylinder. Bei *Oniscus murarius* stehen neben dem zitzenartigen blassen Ende des Antennengliedes zwei Zapfen, dann folgen in drei Absätzen immer je drei. Bei einer Art von *Porcellio*, die ich noch nicht recht unterzubringen weiss, sind die Zapfen in zwei Absätzen angeordnet.

In dem Endglied der Antennen liegt ein Ganglion. Die kleinen Antennen sind durchaus heller und dünnhäutiger als die grossen. Das Basalglied kann einiges wenige Pigment besitzen.

Die äusseren oder grossen Antennen zeigen nicht blos bleibende Unterschiede im Verhältniss der Zahl der Glieder — z. B. bei *Oniscus* sind sie achtgliedrig, bei *Porcellio* siebengliederig —, sondern auch in der Gestalt der Glieder können sich bis zur Species herab Merkmale ausdrücken.

Für unsern Zweck ist wieder besonders bedeutsam das Endglied, über dessen Beschaffenheit ich nach Untersuchung an *Oniscus murarius*

1) Fig. 26, Fig. 27.

schon früher einiges mitgetheilt habe[1]. Dasselbe gewinnt nach der Spitze zu ein weiches, helles Ansehen, während es sonst gleich der übrigen Antennenfläche stark dunkel sich zeigt. Es geht aus in einen Zapfen, der durch und durch längsstreifig ist; zuletzt ragt auch ein Büschel von Härchen hervor; an der Basis gehen nicht blos seitwärts feine Borsten ab — auf der einen Seite etwas längere als auf der anderen —, sondern auch etwas höher stehend eine lange gern wagrecht gestellte Borste[2]. Im Innern lässt sich ein zelliges Ganglion wahrnehmen. Auf der übrigen Fläche des Endgliedes unterscheidet man ausser der schuppigen Sculptur, welche an den Gelenk- und sonst verdeckten Stellen in eine körnige übergeht, noch abgestutzte Borsten mit je einem dazu gehörigen und seitwärts angebrachten feinen Fädchen. Noch bemerkt man auf der untern Seite des Gliedes stumpfendigende, helle Cylinder.

Der Zapfen des *Porcellio scaber*[3] ist am freien Ende in Fasern zerspalten, im Innern nicht rein homogen, sondern mit Sonderungsstreifen; an seinem Grunde mit fein schuppiger Sculptur. An letztrer, bei den übrigen Gliedern scharf ausgeprägt, kann auch wohl die einzelne Schuppe so vorspringen, dass sie im optischen Schnitt sich wie in einen Stachel auszieht.

Bei *Porcellio armadilloides* Lereboullet ist der Zapfen des Endgliedes ebenfalls innen streifig und am Ende treten die Streifen deutlich als ein Büschel von Fasern hervor. Jederseits hat der Zapfen eine Seitenborste, welche im frischen Zustande dicht dem Zapfen anliegt. Innen zeigt sich in der Wurzel des Zapfens ein kleinzelliges Ganglion, welches rückwärts nervöse Streifen entsendet, wahrscheinlich zu einer zweiten Abtheilung des Ganglions.

Die gewöhnlichen sonst auf den Gliedern der Antennen verbreiteten Borstenhaare lassen an der Basis noch einige Zacken erkennen. An jungen Thieren bemerkt man auch auf der Oberseite der letzten Antennenglieder einen Längszug eigenartiger hellerer Borsten oder vielmehr Cylinder.

Am besten vermochte ich an einer Art von *Porcellio*, welche ich im botanischen Garten von Würzburg sammelte und bisher nicht mit Sicherheit unter die beschriebenen Arten einzureihen weiss, den Bau zu erkennen[4]. Da hier das Pigment früher aufhört, als sonst zu geschehen pflegt, so gewahrt man, dass der Nerv der Antennen zuletzt ein Ganglion erzeugt, welches aus zwei Abtheilungen besteht, einer vor-

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1860, S. 283.
2) Fig. 21. 3) Fig. 21. 4) Fig. 18.

deren und einer hinteren, welche durch eine Brücke nervöser Substanz verbunden sind. Das vordere Ganglion verliert sich unter conischer Zuspitzung in den Zapfen und in jene feinen Streifen, welche zuletzt als ein Büschel quer abgeschnittener Haare hervorstehen. Dieselben tragen ein winziges Endknöpfchen. Die zwei Seitenborsten des Zapfens, welche fast gleich lang mit letzterem sind, haben eigentlich eine platte Gestalt und nehmen sich daher, von der Seite gesehen, als dünne Striche aus. Ausser den gewöhnlichen Borsten der Glieder der Antennen sind helle, in Gruppen stehende Cylinder vorhanden, welche auf kurzer dunkelrandiger Basis sitzen.

Wie sehr übrigens auch die Beschaffenheit dieses Endstückes der grossen Antennen zur Abgrenzung der Arten zu dienen vermag, ergiebt sich z. B. aus Figur 19, einer Art entnommen, die ich bis jetzt nicht unter den beschriebenen Species auffinden kann. Der Zapfen ist kurz, dicklich und in drei Abschnitte eingekerbt; die Seitenfäden, bei *Porcellio scaber, P. melanocephalus* gleichlang mit dem Endkolben, gehen hier über letzteren hinaus. — Man vergleiche auch die Abbildung und Beschreibung, welche Stuxberg von der »Papilla olfactoria, apici antennae exterioris affixa« des neuen *Porcellio advena* gegeben hat[1]).

2. Zum Bau der Augen.

Bei *Asellus cavaticus* vermisse ich an der Stelle, wo *Asellus aquaticus* die Sehorgane besitzt, jede Spur von Pigment, Krystallkörpern oder hornhautähnlichen Abgrenzungen. Die Art verhält sich hierin gleich dem *Gammarus puteanus*.

Bei *Ligidium Persoonii* finden sich hinter je einer Hornhautwölbung als Krystallkegel zwei gegeneinander gekehrte und von der Seite betrachtet birnförmige Körper. Die Hornhautwölbungen der Einzelaugen — es mögen zwischen 50 und 60 sein — stehen so dicht nebeneinander, dass die Systematiker sie als »Oculi compositi« von den »Oculi congregati« der andern Asseln unterscheiden. Die abgezogene Hornhaut des Gesammtauges macht allerdings durch die Menge der Felder den Eindruck, als ob ein facettirtes Auge vorläge, allein die innern Theile weisen auf gehäufte Augen hin.

Am gehäuften Auge von *Porcellio* wollte es mir einige Zeit lang scheinen, als ob zwischen den Reihen der Einzelaugen noch ganz kleine augenartige Bildungen eingeschaltet wären, welche sich bei Besichtigung mit auffallendem Licht zwischen den Ocellen als weiss-

1) Tvenne nya Oniscider. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. Stockholm, 1872.

liche Gebilde abheben. Allein die weitere Prüfung bei *P. scaber* und *P. laevis* lehrten, dass es sich um Grübchen handle, aus denen je eine feine kurze Borste hervorkommt. Diese Borstengrübchen stehen unregelmässig zwischen den Einzelaugen und sind von derselben Art, wie sie auch sonst über die Haut des Kopfes sich verbreiten.

Bekanntlich erheben sich auch auf dem facettirten Auge gewisser Insecten Haare zwischen den Feldern der Hornhaut, so dass die Verhältnisse bei Asseln nicht als etwas ganz Ungewöhnliches sich ausnehmen.

Weiteres den anatomischen Bau des Auges der Asseln betreffende enthalten meine Tafeln zur vergleichenden Anatomie [1]; tiefer noch geht die Darstellung, welche GRENACHER jüngst über den Gegenstand hat erscheinen lassen [2].

3. Zur Sculptur und den Anhängen der Haut.

Im Hinblick auf frühere Mittheilungen über den Hautpanzer der Landasseln [3] gestatte ich mir Einiges hier nachzutragen.

Die Höckerbildung besteht z. B. an *Porcellio scaber* aus grösseren Wölbungen, über welche die gewöhnliche gefelderte, ins Schuppige sich umsetzende Zeichnung mit der Porenpunctirung ebenfalls weggeht. Die Buckel werden schon durch die Matrix der Haut vorgezeichnet; die Gestalt ist genauer gefasst zitzenförmig und der freie Rand selbstverständlich nach hinten gewendet. Solche grosse Beulen stehen am Kopf unregelmässig, an den Thoracalsegmenten in zwei Hauptquerreihen, eine dritte Querreihe kleinerer folgt noch am Hinterrand des Segmentes. Dazwischen verbreitet sich feine Körnelung. Am Abdomen schwinden zuerst die Reihen der grossen Höcker und es bleibt die Reihe der kleineren; dann verliert sich auch diese und nur die feine Körnelung bleibt übrig. Zu erwähnen ist auch, dass an der Rückenfläche zwischen den »Schuppen« und von der Grösse der letztern noch ganz besondere Stellen sich abheben, von ovalem Umriss, hell und als wären es Aushöhlungen [4].

Noch stehen auf dem Rücken feine Borsten, platt, kurz und glänzend goldgelb wenn das Thier im Sonnenlicht bei geringer Vergrösserung untersucht wird. Unterhalb des Grübchens, aus dem sie hervorkommen, hebt sich noch eine auf den ersten Blick nicht verständliche Zeichnung ab, die ich aber wahrscheinlich richtig damit auslege,

1) Tübingen, 1864, Tafel VI, Fig. 8.
2) Untersuchungen über das Arthropodenauge, Rostock 1877, p. 29, Fig. 30.
3) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, p. 379.
4) Fig. 24 *a*.

dass je zwei Porencanäle in spitzem Winkel zusammenneigend, an das Haar herantreten. Auch diese Börstchen verlieren sich gegen das Abdomen hin. Die grossen Borsten, z. B. gewisse an den Schwanzanhängen von sichelförmiger Krümmung und sehr scharf contourirt, sind eigentlich platt und erscheinen von der Fläche gesehen von zartem Umrisse.

Von Bedeutung für die Abgrenzung der Arten möchten wohl die an den Beinen befindlichen Borsten noch werden, auf welche BRANDT zuerst unter der Bezeichnung Haarbürste aufmerksam gemacht hat. Ein Blick auf die Figuren 28 bis 31 kann lehren, dass sie näher besehen gar wohl Anhaltspuncte für die Systematik gewähren können. Zur Erläuterung sei noch Folgendes bemerkt.

Es stehen an den Beinen und zwar in mehren dichten Reihen, Borsten von verschiedener, zum Theil bedeutender Länge, welche eine Art Kamm oder Bürste bilden können. Ihr Ende ist im Allgemeinen mehrspitzig, dabei aber so geartet, dass immer zu dem Ende ein feiner frei hervorstehender Faden sich gesellt. Bei *Porcellio armadilloides* zieht sich die Borste in meist vier Zipfel aus, welche zuvor nach einer Seite hin eine leichte Anschwellung zeigen. Aehnlich bei *Porcellio scaber*, doch sind sie hier weniger lang und das Ende nicht geschwollen.

Bei *Porcellio melanocephalus* erscheinen die Zipfel der Enden in characteristischer Weise tutenförmig umgeschlagen und in den hiervon eingeschlossenen Faden führt deutlich eine Verlängerung des Canals der Borste.

An der oben schon erwähnten Species von *Porcellio*, die ich mit Sicherheit bisher nicht unter die bekannten bringen kann, sind die Zipfel vor ihrer Zuspitzung ganz besonders angeschwollen und dies kann soweit gehen, dass das Ende der Borste wie zu einer Art Kelch wird, an dessen freiem Rand die Spitzen der frühern Zipfel sich noch etwas abheben. Der dünne blasse Endfaden fehlt auch hier nicht.

Bei *Oniscus murarius* werden wieder die Borsten kürzer, dicklich, das geschwollene Ende zeigt sich in vier zugespitzte Zipfel aufgelöst, aus deren Mitte der blasse Endfaden hervorsteht.

Die Borsten gehören ihrer ganzen Beschaffenheit nach zu jenen, welche oben als Tastborsten angesprochen wurden. Die helle Innensubstanz im Canal sondert sich nach Reagentien in bröcklig streifige Massen und auch in dem angeschwollenen Ende sehe ich unter diesen Umständen kaum etwas Anderes als blasse Körperchen, von denen schwer zu sagen wäre, ob es kernartige Bildungen sind, oder reines Protoplasma.

Nicht an allen Beinpaaren sind vorgedachte Bildungen gleich entwickelt. Am stärksten heben sie sich ab an den zwei vorderen Bein-

paaren und hier wieder ist es das dritte, dann namentlich das vierte Glied, wo sie dicht auftreten, lang sind und ihre specifische Ausprägung erhalten. Vom dritten bis siebenten Beinpaar stehen sie dünn, werden kürzer und es verschwindet z. B. ihre kolbige Anschwellung, wenn sie auch sonst noch mehrspitzig bleiben.

Indem man übrigens an einem Beinpaar alle Borstenbildungen im Einzelnen durchgeht, gewinnt man von Neuem die Ueberzeugung, dass aus gewöhnlichen einspitzigen Borsten die mehrspitzigen und auch wohl kolbig verdickten Tastborsten sich hervorbilden.

Noch glaube ich wahrzunehmen, z. B. an *Porcellio armadilloides*, dass beim Weibchen die Elemente der Haarbürste geringer entwickelt und weniger zahlreich sind, als beim Männchen. Danach darf man die Vermuthung hegen, dass ihre Entwicklung an dieser Stelle eine Beziehung zum Geschlechtsleben hat. Auch gestatte ich mir daran zu erinnern, dass ich bei Insecten — Coleopteren und Orthopteren — in den Gliedern der Extremitäten Nerven mit ganglîösem Ende nachgewiesen habe, wobei das eigentliche Nervenende die Richtung gegen die langen Hautborsten nahm[1]. Durchgeht man ferner genauere Abbildungen der Gliedmassen von Insecten, z. B. die Tafeln STURM's in der deutschen Fauna, so wird man da und dort bei Käfern einem Besatz einzelner Glieder mit Haaren begegnen, welche nach Länge und Stellung gar wohl der »Haarbürste« der Landasseln entsprechen mögen.

4. Kiemen und Kiemendecken.

Der Respirationsapparat einiger Land-Isopoden (*Porcellio* und *Armadillidium*) weist so merkwürdige Organisationsverhältnisse auf, dass schon mehre Forscher ihre besondere Aufmerksamkeit dem Theile zugewendet haben, so zuerst DUVERNOY und LEREBOULLET[2], dann v. SIEBOLD[3], zuletzt N. WAGNER[4]. Ich habe Untersuchungen namentlich an *Porcellio armadilloides* angestellt und glaube über einiges bestimmtere Auskunft geben zu können, als es den Vorgängern gelungen ist.

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1859, p. 62.

2) Annales d. sc. nat. Ser. II. Zoolog. Tom. 15. 1841. p. 177. — LEREBOULLET, Sur les crustacés de la famille des cloportides, qui habitent les environs de Strasbourg. Mem. d. la société d'hist. nat. de Strasbourg 1853.

3) Bericht üb. d. Leistungen im Gebiete d. Anatomie u. Physiologie der wirbellosen Thiere in d. Jahre 1841. Archiv f. Anat. u. Phys. 1842. p. 141.

4) Rech. sur le système circulatoire et les organs de la respiration chez le Porcellion elargi. Annales d. sc. nat. Ser. V. Tom. 4. 1865. p. 317.

a) Das eigentliche Kiemenblatt.

Es ist dasselbe nach aussen umgrenzt von einer zarten, doch von Porencanälen durchsetzten, daher senkrecht streifigen Cuticula, oben und unten, indem das Blatt einem zusammengedrückten Kiemensack oder Beutel andrer Arten von Krebsen verglichen werden darf. Die Cuticula, welche dorsal dicker ist als ventral, zeigt sich von oben nach unten verbunden durch jene säulen- oder brückenartigen Züge, wie sie von feinster bis zu derbster Ausbildung so allgemein bei Arthropoden vorkommen. In der Ansicht des Kiemenblattes von der Fläche und da man jetzt auf die verbreiterten und sich spreizenden Enden blickt, geben sie das Bild ästig zackiger Figuren.

Unter der Cuticula folgt eine Lage von Zellen, die manches Characteristische an sich hat. Einmal sind die gedachten Elemente sehr gross, der Kern umfänglich, dabei von dreieckigem Umriss und grobkörniger Beschaffenheit, der Kernkörper ist ebenfalls gross. Sodann erscheint die Zellsubstanz von deutlich streifigem Wesen und starke Vergrösserung bei gehöriger Aufmerksamkeit lässt wahrnehmen, dass die Streifen von Längscanälen oder Lücken herrühren, welche das Protoplasma durchsetzen. Die Zellen, von der Fläche angesehen, zeigen sich wie von feinsten, dicht beisammenstehenden Löchelchen durchbohrt. Ich habe das gleiche Verhalten schon bei meiner ersten Untersuchung der ebenso beschaffenen Zellenschicht in den Kiemenblättern des *Asellus* beobachtet [1]) und später auch in allgemeinerem Sinne verwerthet [2]).

Nach einwärts, gegen die Bluträume hin, wird ebenfalls eine äusserst zarte cuticulare Schicht wahrgenommen, wodurch die Bluträume von einer scharfen Linie begrenzt erscheinen. Alle diese Einzelheiten des Baues können an einem optischen Durchschnitt des Kiemenblattes, wie er sich bei Faltung desselben leicht darbietet, ins Auge gefasst werden [3]).

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, p. 458.

2) Bau d. thierisch. Körpers, 1864, p. 13. Meine Beobachtungen waren für N. Wagner wohl nicht vorhanden: er weiss daher auch noch im Jahre 1865 von dem Bau des Kiemenblattes nichts weiteres zu sagen, als dass es aus einem »tissu spongieux« bestehe, in dessen Maschen der Blutkreislauf sich vollziehe.

3) Wie ich schon seinerzeit darauf hinwies, dass an den Kiemen des *Asellus* ein Infusorium sehr gewöhnlich schmarotzt, welches auch wohl von Andern als Kiementheil angesehen wurde, so finde ich auch an den Kiemenblättern der Landasseln solche parasitische Infusorien und ausserdem kurze stumpfliche, stäbchenartige Gebilde, die wohl auf pflanzliche Parasiten zu beziehen sind.

b) Die Decklamelle.

Die beiden ersten Paare der Kiemendeckblätter sind an ihrem oberen und abgerundeten Theil ausgezeichnet durch kreideweisse Körper von verästeltem, schwammigem und gefässartigem Ansehen. Durch DUVERNOY und LEREBOULLET zuerst angezeigt, wurden sie für Organe erklärt, welche die Feuchtigkeit der Luft absorbiren um mit derselben die eigentlichen Kiemenblätter anzufeuchten.

Nach den Untersuchungen v. SIEBOLD's bestehen die eigenthümlichen Körper aus einem zwischen den beiden Platten der Decklamelle befindlichen sehr feinen Luftgefässnetz, welches sich nach innen hin als ein vielfach baumförmig verzweigter Gefässbüschel ausbreitet; die Wände dieser Luftgefässe seien ausserordentlich zart und durch Pressen zwischen Glasplatten sehr leicht zerstörbar, wobei die in ihnen enthaltene Luft als grössere Luftperlen hervorquelle und die weisse Farbe verschwinde.

Gelegentlich eigener früherer Zergliederungen [1]) des *Porcellio* hatte ich die v. SIEBOLD'schen Angaben zu bestätigen: die weisse Farbe rühre in der That her von feinzertheilter Luft. Nach dem Austreiben der letzteren bilden die Gänge ein engmaschiges helles Netz, vergleichbar dem engmaschigen Netz von Blutcapillaren in der Lunge der Wirbelthiere.

Bei Wiederaufnahme dieser Untersuchung stellte ich mir besonders die Frage: wo und in welchem Gewebstheil befindet sich denn eigentlich die fein zertheilte Luft? Die unterdessen und zuletzt erschienene Arbeit von N. WAGNER giebt darüber keinen Aufschluss: in derselben werden, wie dies schon MILNE EDWARDS gethan, dann zustimmend v. SIEBOLD, die »verästelten Luftcanäle« einfach den Tracheen und Lungensäcken der Insecten und Arachniden verglichen ohne alle und jede histologische Erörterung.

Am Aussenrand der Decklamelle, um jetzt über die eigenen Beobachtungen zu berichten, stehen dorsal zehn grössere Borsten, scheinbar einspitzig, aber näher besehen mit zwei bis dreitheiligem Ende, wovon wieder eins auf das auch sonst erwähnte Endfädchen kommt. Die Grube aus der das Haar entspringt, kann tief kelchförmig sein, wobei die Oeffnung des Kelchs nach einwärts liegt. Ausserdem verbreiten sich über die dorsale Fläche kurze Borsten; endlich stehen büschelig auf dem Rande der Schuppenlinie feine Härchen. Die Sculptur ist die zellig-felderige, deren Umrisse keineswegs mit den darunter liegenden

1) Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, p. 458.

Zellenterritorien der Matrix zusammenfallen, vielmehr für sich bleiben, wie solches auch an Wirbelthieren zu erkennen ist. Zerstreut über die ganze Fläche weg vertheilen sich noch kleine pneumatische Räume der Cuticularschicht.

Im Innern der Decklamelle hebt sich ein Netz von Bluträumen ab. Die dem äusseren Rande zunächst liegende Partie ist von der Art der Arterienverzweigungen; die nach einwärts gekehrte Verbreitung ist die venöse Seite und diese giebt nicht mehr das Bild netzförmiger Blutgefässe, sondern eher das Aussehen grösserer Blutlacunen [1]. Im arteriellen Abschnitt erinnert die Art der Verzweigung ganz an die Capillarvertheilung, wie sie häufig bei höheren Thieren vorkommt, indem zunächst grössere Maschen gebildet erscheinen, die dann erst nach einwärts ein feines Netzwerk abgeben. Denkt man sich die Räume künstlich mit Masse gefüllt, so hätte man das Bild eines vollkommenen Capillarnetzes.

Der lufthaltige Theil [2] der Decklamelle liegt bauchwärts, also in dem nach unten gewendeten Blatt, worauf schon die Betrachtung mit der Loupe hinweist. Der feinere Bau des pneumatischen oder schwammigen Körpers ist nicht auf den ersten Blick klar und ich wundere mich keineswegs, dass ich vor 23 Jahren so wenig wie die Vorgänger darüber etwas auszusagen wusste. Jetzt erst glaube ich einige Fortschritte in der Kenntniss des Organs gemacht zu haben.

Man unterscheidet auf dem Durchschnitt der Decklamelle zunächst wieder die schon erwähnte das Ganze umfassende und abschliessende Cuticula. Unter ihr folgt als Matrix eine Zellenlage und diese, indem sie nach einwärts ein Balkenwerk entwickelt, zerlegt den gemeinsamen Blutraum in ein Netz von Blutgängen. In der dünneren Partie der Decklamelle heben sich die Zellen als inselartige Stellen zwischen den Bluträumen ab.

Dieselben Zellen scheiden an ihrer freien Fläche, insofern sie die Bluträume begrenzen, eine zarte, die Blutgänge auskleidende Cuticula ab und diese letztere ist es, welche pneumatisch wird [3]. Die Luft ist in kleinen Höhlen der Cuticula enthalten, daher die »feine Zertheilung«. Suchen wir uns verständlich zu machen, welchen Bildungen etwa sonst die pneumatischen Höhlungen zu vergleichen sind, so giebt die nähere Prüfung der äussern Cuticula des Rückenblattes der Decklamelle Aufschluss. Man sieht hier innerhalb der felderigen Abgrenzungen die vorhin schon erwähnten kleinen schräg liegenden mit Luft erfüllten

1) Fig. 35. 2) Fig. 35 *a*. 3) Fig. 32 *e*.

Höhlungen[1]) und indem wir genauer die Fläche durchmustern, können wir wahrnehmen, dass sie wohl auch in gewöhnliche Porencanäle übergehen, somit nur eine besondere Form der letzteren darstellen. Die Decklamelle im Ganzen und bei geringer Vergrösserung betrachtet, zeigt durch den Lauf der Bluträume die pneumatische Partie von dreifacher Form: gegen den freien Rand zu erscheint sie dicht netzförmig, weiter nach hinten wird sie noch engmaschiger, und gerade diese Stelle besitzt das schwammige Wesen und bei auffallendem Licht die schneeweisse Farbe; dazwischen verlieren sich weitere gefässartige Züge.

Die bisherigen bildlichen Veranschaulichungen, welche LEREBOULLET[2]) und zuletzt N. WAGNER[3]) gegeben haben, leiden an dem Fehler, dass sie die lufthaltige Partie als einen ästig getheilten Sack darstellen, mit blind geschlossenen Enden, nach Art einer Drüse. In Wirklichkeit bestehen solche blindsackige Enden nicht, da ja die Luft in der cuticularen Wand der Bluträume liegt, und so ist die Bezeichnung »verzweigter Gefässbüschel« welche v. SIEBOLD anwendet, jedenfalls zutreffender.

Die französischen Beobachter beschreiben ferner am hinteren Rande der Decklamelle eine Spalte, welche sich erweitern und verengern könne und aus welcher man eine klare Flüssigkeit hervortreten sehe. Obschon ich selbst früher[4]) eine derartige grössere Oeffnung wahrzunehmen glaubte, muss ich eine Täuschung insofern darin erblicken als die bezügliche Stelle, oben nahe der Einlenkung der Decklamelle, sich jetzt mir nicht als Spalte oder Oeffnung darstellen will, sondern das Aussehen einer Furche oder muschligen Vertiefung an sich hat, in welche ein blattartiger Fortsatz des Gelenkstückes sich legt. Dass die Luft sich an dieser Stelle durch Druck hervorpressen lässt, liesse sich durch die Annahme erklären, dass der Grund der Spalte zarthäutiger als die übrige Haut ist.

Was die Deutung der vorbeschriebenen Organisation anbelangt, so kann man von verschiedener Seite her dieselbe versuchen.

Vom morphologischen Gesichtspunct aus wird man zunächst immer an die Tracheen der Insecten, Spinnen und Myriapoden denken und indem wir erwägen, dass auch die Cuticula der Tracheen der Insecten aus jenen Elementen abgeschieden wird, welche den Zellen des Fettkörpers, sammt seinen Ausläufern und Verbindungen mit den Matrixzellen der Haut entsprechen, so könnte man ein Verwandtschaftsver-

1) Fig. 25 *a*.
2) A. a. O. Pl. VII, Fig. 148, Fig. 149.
3) A. a. O. Pl. 14, Fig. 7.
4) Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, p. 458.

hältniss zu den Athmungsorganen der Tracheaten vermuthen. Es besteht aber der grosse Unterschied, dass die Cuticula der Tracheen Lufträume begrenzt, welche nach aussen führen, während hier bei Asseln die pneumatische Cuticula, nach meinen Wahrnehmungen wenigstens, den Bluträumen angehört. Wenn daher in systematischen Aufstellungen gesagt wird [1]: »Ramus opercularis pedum caudalium primi et secundi paris tracheis instructus« so kann man dies wohl gelten lassen als kurze Bezeichnung, muss aber dabei im Gedächtniss behalten, dass die fraglichen Organe eigentliche Tracheen nicht sind.

Nach der physiologischen Seite hin wird man vor Allem anzunehmen sich geneigt fühlen, dass die Luft an diesem Ort der Athmung diene und es musste sich sonach die Vorstellung entwickeln, als besässen die mit gedachter Organisation ausgestatteten Landasseln neben der Kiemenathmung eine Art »Lungenathmung«. Trotz des Ansprechenden, was in dieser Auffassung liegt, lässt sich doch daneben noch ein anderer Zweck dieser Pneumaticität in dem Umstande vermuthen, dass auch in der allgemeinen Cuticula der Decklamelle ebensolche lufthaltige Höhlen, wenn auch nur in zerstreuter, mässiger Menge, zugegen sind. Und ich erinnere hierzu an die von mir beschriebenen Fälle, wo die Porencanäle der äusseren Haut pneumatisch befunden waren, so bei Ixodes, ferner an die lufthaltigen Hautschüppchen gewisser Spinnen, Käfer und Schmetterlinge [2]. Auch wäre nicht recht einzusehen, wie eine fortwährende Erneuerung der Luft, wie man sie bezüglich des Athmungsvorganges für geboten erachtet, geschehen soll. Und sonach darf es wieder fraglich erscheinen, ob die Luft an dieser Stelle etwas mit der Athmung zu schaffen hat.

Bei *Oniscus murarius* [3]) fehlt bekanntlich der »schwammige, lufthaltige Körper«. Die allgemeine Cuticula erscheint auch hier gegen die Befestigung der Decklamelle zu dicker, weil anschliessend an die derbe Cuticula des übrigen Körpers; sie wird viel dünner am sonstigen Umfang der Lamelle. Einen eigentlichen Spalt vermag ich auch hier nicht zu sehen, wohl aber wieder eine bogige muschlige Vertiefung an der Unterseite, nahe der Wurzel des Blattes. Das Innere durchsetzen netzförmig entwickelte Balken von Zellen, ganz vom Character eines zarten »Fettkörpers«. Dort wo bei *Porcellio* die lufthaltige Partie zugegen ist, haben sich hier kleine Fettkügelchen in der Zelle abgelagert. Ausser-

1) z. B. Danmarks Isopode Landkrebsdyr ved G. Budde-Lund. Naturhist. Tidsskrift 1870—71.

2) Vergl. d. Abhandlg. üb. d. feineren Bau der Arthropoden, Archiv f. Anat. u. Phys. 1855, z. B. p. 382.

3) Fig. 34, Fig. 33.

dem bestehen festere Chitinbalken zwischen den beiden Blättern der Decklamelle und sind wohl wie sonst als cuticulare Abscheidungen zu betrachten.

5. Zoologische Bemerkungen.

1. Die Gattung *Asellus* ist in Deutschland nur durch zwei Species vertreten: *A. aquaticus* und *A. cavaticus*. RISSO hat einen *A. variegatus* aufgestellt, der aber, wenn man die Beschreibung durchgeht, nur auf geringe von *A. aquaticus* abweichende Farbenverschiedenheiten gegründet ist und kaum als Species gelten kann.

Von *Asellus aquaticus* auct. sagen die Beobachter: »ist zu allen Jahreszeiten anzutreffen«, was nicht mit meiner Erfahrung stimmt. Ich finde das Thier zahlreich im ersten Frühjahr, so seiner Zeit in Würzburg, Rothenburg, Tübingen, hier bei Bonn (Pützchen), alsdann wieder im Herbst. Hingegen hat es mir oftmals Mühe gekostet während des Sommers ein Exemplar aufzutreiben; im October erschien es wieder, namentlich in Tümpeln und Altwässern des Mains bei Würzburg in geradezu erstaunlicher Menge.

Nach ZADDACH [1]) kann die Art auch im Meerwasser leben: »Etiam in ea maris parte, quae vulgo »Putziger Wyck« nominatur, magnam Asellorum multitudinem offendi, qui a ceteris nulla re nisi colore magis nigricante et pictura magis expressa differebant«.

Die Verbreitung des Thieres über Europa hin ist im Genauern erst festzustellen. Es scheint doch da und dort fehlen zu können: z. B. SCOPOLI [2]) kennt die Wasserassel nicht, denn der Krebs, welchen er unter dem Namen *Oniscus bicaudatus* fragweise auf *Oniscus aquaticus* Linné beziehen möchte, ist nicht *Asellus aquaticus* gewesen, sondern die *Ligia italica* Fabr.: »habitat Tergesti ad litus maris inter saxa cursitans«. Auf Cherso übrigens hat GRUBE [3]) die Art beobachtet; bei Venedig G. v. MARTENS [4]); auch westwärts am Rande des Mittelmeeres findet sie sich nach RISSO [5]).

Die Naturforscher, welche um die kleinen Wasserbewohner unsres Landes sich bekümmernd, zuerst den *Gammarus* bildlich darstellten, thun dies auch bezüglich des *Asellus aquaticus*. So treffen wir schon

1) Synopsis crustaceorum Prussicorum, prodromus. Regiomonti, 1844.
2) Entomologia carniolica, Vindobonae 1763.
3) Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin 1861.
4) Reise nach Venedig, Ulm 1838.
5) Hist. nat. d'Europe meridionale T. V, 1826.

eine allerdings wenig gelungene Figur bei Frisch [1]: das erste Fusspaar ist dort übersehen und auf solche Weise erhält das Thier nur sechs Paare. Die eigentlichen, etwas kleinen Augen wurden nicht erkannt und statt derselben erscheint am Kopf jederseits ein grosses Insectenauge eingesetzt und was dergleichen mehr ist. — Wichtiger im Ganzen und im Einzelnen ist die Originalzeichnung bei Geoffroy [2]; der neben dem vergrösserten Thier stehende und das natürliche Maass bezeichnende Strich lässt sich nur auf junge Thiere deuten, da die ausgewachsenen doppelt so lang sind. — Bald darauf fand unser Thier einen neuen Beobachter an de Geer [3], der eine für seine Zeit und die damaligen Hülfsmittel der Untersuchung vortreffliche Darstellung gab und eine grössere Tafel dem Thier im Ganzen und seinen Theilen widmete, auch über Entwicklung und Lebenserscheinungen schon Vieles erforschte.

Da der neueste Monograph O. Sars, in seiner schönen Arbeit über unseren Krebs für gut findet meine Mittheilungen völlig zu übergehen, so gestatte ich mir dieselben ins Gedächtniss zurückzurufen. Ich beschrieb die histologische Beschaffenheit der Haut [4] und der Kiemenblätter [5]. Später gab ich dem von Zenker zuerst erwähnten »nierenartigen Absonderungsorgan« die richtige Stellung, indem gezeigt wurde, dass es sich um Absetzung anorganischer Stoffe in die Substanz des Fettkörpers handle [6]. Ebenso suchte ich in derselben Zeit das eigenthümliche Organ, welches der Entdecker Rathke einer embryonalen Kieme verglichen hat, als Homologon der Wassercanäle (Segmentalorgane) der Anneliden und der »grünen Drüse« der Krebse hinzustellen [7]. Ich bleibe jetzt noch dabei, obschon nach F. Müller diese Deutung »keine glückliche« ist, denn ich sehe aus den Gegenbemerkungen des Genannten, dass er meine Gründe gar nicht einer Prüfung unterzogen hat; ja es will mir scheinen, als ob es mit seiner Kenntniss fraglicher Organe überhaupt etwas bedenklich stehe: wie wäre es sonst ganz abgesehen von Anderm möglich zu sagen dasselbe sei »ein unpaares Gebilde in der Mittellinie des Rückens«? während es paarig ist und seitwärts angebracht. Da auch der neueste Beobachter das Organ nur nach dem Umriss darstellt, so lasse ich eine alte von mir angefertigte

1) a. a. O. Theil X. 1732. Tab. V.
2) Hist. abrégée des Insectes, 1762.
3) Abhandlgen z. Geschichte d. Insecten. VII. Bd. übersetzt von Göze. 1783.
4) Zum feineren Bau d. Arthropoden, Arch. f. Anat. u. Phys. 1855, p. 379.
5) Ebendaselbst p. 458.
6) Naturgeschichte d. Daphniden, 1860, p. 27.
7) Ebendaselbst p. 29.

Zeichnung zu weiterem Verständniss dessen, was ich früher darüber mittheilte, hier folgen[1]. Sodann sind von mir die Tastborsten und Geruchszapfen an den Antennen zuerst beschrieben und gezeichnet worden[2]. Ebenso wurde die Gliederung des Bauchmarkes und seiner Nerven erörtert; der mediane Nerv, den die Autoren jüngster Zeit noch nicht einmal zu kennen scheinen, angezeigt; endlich ein in bestimmter Weise vom Fettkörper begrenzter Blutsinus um das Bauchmark nachgewiesen[3].

Die blinde Wasserassel, *Asellus cavaticus* Schiödte in litt., steht zum *Asellus aquaticus* in einem ähnlichen Verhältniss wie *Gammarus puteanus* zu *Gammarus pulex*. Auch von ihr lässt sich theoretisch und zu unserer Verdeutlichung sagen, sie sei nur eine durch Anpassung an das Höhlen- und Brunnenleben veränderte gewöhnliche Wasserassel.

Keines der Exemplare, welche ich bisher zur Ansicht bekam, erreichte die Grösse des *Asellus aquaticus*: alle waren kleiner und pigmentlos, daher im lebenden Zustande weisslich durchscheinend, mit einem stellenweise gelblichen Ton. Das Weiss rührt her von der Verkalkung der Haut und ist auch die Ursache, warum so leicht die Beine und sonstigen Anhängsel brechen und abfallen. (Wegen des Kalkgehaltes entwickeln sich viele Gasbläschen bei Zusatz von Essigsäure.) Das Gelb ist bedingt durch Ablagerung von Concretionen in dem Fettkörper, wie sie auch bei *A. aquaticus* in gleicher Weise sich vorfinden. Sie bilden zwei Längsgruppen netzförmiger Massen, sehen bei durchgehendem Licht dunkel, und gelbweiss bei auffallendem Licht aus.

Die Untersuchung der feineren Structurverhältnisse wird am lebenden Thier beeinträchtigt durch einen Schmutzüberzug, der bei allen Exemplaren zugegen war und aus parasitischen Diatomaceen, Fädchen, kleinen Vorticellen und mancherlei Detritus bestand. Andrerseits erschien die Schmutzhülle wie eine Art Incrustation oder Uebersinterung, die selbst die Dornen und Borsten theilweise umgab. Trotzdem lassen sich am lebenden Thier die rhythmischen Bewegungen der Kiemen wahrnehmen, sowie der Kreislauf des Blutes: die Blutkügelchen perlen spärlich und träge durch die Beine, Antennen und andre lichte Stellen. Ueber das mangelnde Auge und die Geruchszapfen wurde oben

1) Fig. 7.

2) Ueber Geruchs- u. Gehörorgane der Krebse u. Insecten. Arch. f. Anat. u. Phys. 1860 p. 267.

3) Vom Bau des thierischen Körpers 1864, p. 206, p. 213, p. 251.

berichtet. Fiederborsten sehe ich auch an den Beinen, z. B. dorsal auf dem vorletzten Glied.

Die Bewegungen des Thieres sind träge, kletternd, wie bei *A. aquaticus*; es verbirgt sich gern ins Dunkel der im Wasser liegenden Gegenstände.

Der Entdecker des Thieres ist FUHLROTT[1]) gewesen, welcher es in den Brunnen Elberfeld's zugleich mit dem *Gammarus puteanus* beobachtet. Dann wurde es in einer Höhle des schwäbischen Jura aufgefunden, worüber man meine[2]) Mittheilungen, sowie jene von WIEDERSHEIM[3]) und FRIES[4]) vergleichen möge. Der letztgenannte Beobachter hat offenbar nicht blos die meisten Exemplare gesammelt, Männchen und Weibchen, dabei solche, welche in ihrem Brutraume Junge trugen, sondern hat auch über das Biologische manches in Erfahrung gebracht und darauf fussend Winke für weitere Studien gegeben. DE ROUGEMONT sah die Art auch in einem Brunnen Münchens; FOREL fischte sie aus der Tiefe des Genfersee's.

Es wäre gewiss eine lohnende Aufgabe den Bau des *Asellus cavaticus* ins Einzelnste mit jenem von *A. aquaticus* vergleichend zu untersuchen, um klarer darüber zu werden, wie die beiden Arten zu einander stehen. Einstweilen lassen sich folgende Unterschiede aufstellen:

Asellus aquaticus	*Asellus cavaticus*
Grösse (Länge) 12—15 Mm.	Grösse bis höchstens 8 Mm.
Farbe bräunlich mit helleren Flecken.	Farbe schmutzig weiss.
Mit Augen.	Ohne Augen.
Lange Antennen: Stiel 5 Glieder, Geissel 60—70 Glieder	Lange Antennen: Stiel 4 Glieder, Geissel 24 Glieder.
Kurze Antennen: Riechzapfen 4—5.	Kurze Antennen: Riechzapfen 2—3.

2. *Ligidium Persoonii* des Binnenlandes ist für Den ein interessantes Thier, welcher die *Ligia italica* Fabr. etwa auf den Fahrten durch die Canäle Venedigs bemerkt hat, allwo letztere schaarenweis die

1) Verhandlgen d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens, 1849.

2) Beiträge z. Württemb. Fauna. Jahreshefte d. Vereins f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. 1871.

3) Beiträge z. Kenntn. d. Württembergischen Höhlenfauna. Verhandlgen d. Würzburger phys.-med. Ges. 1873.

4) Die Falkensteiner Höhle, ihre Fauna u. Flora. Jahreshefte d. Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1874.

feuchten Steine der Mauern besetzt und sich bei drohender Gefahr in eiligste Flucht stürzt. Unser *Ligidium* zeigt nicht blos eine ähnliche Tracht und Schnelligkeit, sondern lebt auch vorzugsweise an sehr feuchten Plätzen: Ufer der Seen, Ränder der Wassergräben, der Waldbäche; unter Holz, Moos, Buschwerk. Man könnte sich von einem allgemeineren Standpunct aus vorstellen, dass, ähnlich dem *Palaemon fluviatilis* des Gardasees und der *Telphusa fluviatilis* in den Reisgräben der Lombardei [1], auch *Ligia italica* aus dem Meere zurückgeblieben sei, in jener Zeit als dieses zurücktrat, worauf es sich vom Salzwasser zunächst an brakisches, dann an süsses Wasser gewöhnt und schliesslich in *Ligidium Persoonii* sich umgewandelt oder umgeprägt habe.

Gegenwärtige Assel ist in Deutschland wohl weitverbreitet, ohne gerade häufig zu sein. Ich fand sie bei Tübingen, die Weibchen mit Eiern unter der Brust Ende Juni; dann im Tauberthal bei Bettwar, bei Rothenburg (Rand des Wildenweiher's), diese letzteren Exemplare hatten die stattliche Länge bis zu 10 Mm. und waren demnach merklich grösser als sie bei Panzer und Lereboullet abgebildet erscheinen, dabei von Farbe lebhaft marmorirt. Im Rhöngebirge traf ich ein einziges Exemplar am Stellberg. Auch im Siebengebirge kommt es vor, wo ich im Thal hinter Rhöndorf das Thier sammelte. Ebenso ein Stück im Aggerthal unter feuchtem Holz. In Dänemark wies Bergson die Art nach, wie man der Abhandlung Budda-Lund's [2] entnimmt. Sie lebt auch in England [3]. Dass sie in Frankreich nicht fehlt, geht aus den Schriften von Cuvier, Latreille und Lereboullet hervor.

Als Thiere, welche Kühle und Feuchtigkeit lieben, lassen sie sich bis tief in den Spätherbst hinein antreffen.

Da mir das Journal d'histoire naturelle in welchem Cuvier die Assel zuerst unter dem Namen *Oniscus hypnorum* beschrieben und abgebildet hat, nicht zu Gebote steht, so ist für mich die früheste Abbildung jene, welche Panzer veröffentlicht hat. Von Persoon »in ligno putrido« entdeckt, wurde das Thier an den Herausgeber der Fauna insectorum Germaniae zur Bekanntmachung unter dem Namen *Oniscus agilis* eingeschickt. Die Schwanzanhänge sind von dem Zeichner nicht ganz richtig dargestellt, auch erscheinen dem Kopfe zu grosse, ge-

1) Das Vorkommen des Thieres auch in obiger Gegend zeigt Menegazzi in seiner Malacologia Veronese an: »nelle parte bassa della Provincia (Veronese) dannoso alla coltivazione del riso«.

2) Danmarks Isopode Landkrebsdyr. Naturhist. Tidsskrift 1870—71.

3) Ann. of natur. hist. 1873, p. 419.

wölbte wahre Insectenaugen angesetzt. Die ausführlichste Arbeit hat bisher LEREBOULLET[1]) dem Thiere gewidmet.

3. Nächst verwandt der Gattung *Ligidium* ist die Gattung *Itea* Koch (Trichoniscus Brandt), sowohl was den Habitus anbelangt, als im besonderen durch das Büschel von Fäden am Endglied der grossen Antennen. Die Gattung umfasst sehr kleine, rothbraune oder röthliche Asseln, die man nicht selten und hin und wieder selbst in grösserer Anzahl unter feucht liegenden Steinen und namentlich gern unter feuchtem morschem Holz zu Gesicht bekommt. Ich habe bei Tübingen, Rothenburg a. d. Tauber, Rhöngebirge und Würzburg die Arten *Itea riparia* Koch, *Itea crassicornis* Koch und *Itea rosea* Koch gesammelt, sowie auch den *Haplophthalmus elegans* Schöbl.

4. Die Gattung *Oniscus* im engeren Sinne zeigt sich bei uns nur durch eine Art: *O. murarius* Cuv. vertreten und unterscheidet sich durch Kopfbildung (Seitenfortsätze nach vorn gerichtet, mittlerer Fortsatz wenig entwickelt); durch die Antennen (zweites Glied mässig angeschwollen, fünftes Glied das längste, von den drei Endgliedern das mittlere das kürzeste, das letzte das längste, Glieder nicht kantig); durch Form des letzten Bauchgliedes und seiner Anhänge; sowie durch die Sculpturen in bestimmter Weise von den nächstverwandten Asseln. — Die dem *Oniscus murarius* nächststehende Gattung und Art *Philoscia muscorum* Scop. ist wohl nirgends selten.

5. Bezüglich der Gattung *Porcellio* mag erwähnt sein, dass ich den auffallenden, kaum zu verwechselnden *P. armadilloides* Lereboullet (Oniscus convexus de Geer, Cylisticus laevis Schnitzler) bei Tübingen, wie ich anderwärts schon gemeldet, angetroffen habe, sowie hier bei Bonn, allwo er zu den gewöhnlichsten Asseln gehört. Im Mai tragen die Weibchen die Eier in der Bruttasche; Ende Juni verlassen die Jungen das Mutterthier. Die Haut ist nicht völlig glatt, sondern hat schwache niedrige Beulen am Kopf und den nächsten Segmenten; weiter hinten verlieren sie sich, die Haut wird für die Loupe glatt und nur auf den Seitenfortsätzen der Ringe erhalten sich Spuren der Beulen. — Die Farbe des lebenden Thieres ist eisengrau, der Kopf und jeder der Brustringe erscheint durch einen Trupp scharf abgesetzter heller Flecken ausgezeichnet, welche nicht von Pigment, sondern von Muskelansätzen herrühren, indem an der Ansatzfläche des Muskels das Hautpigment fehlt. Nach aussen jederseits auf den Thoracalsegmenten ein verwaschener heller Fleck, Rand der Segmente ebenfalls von gleicher Helle; Ringe des Hinterleibes mit mehreren weisslichen Puncten,

1) Mém. sur les crustacés de la famille des Cloportides etc. 1853.

die vielleicht dieselbe Bedeutung wie die Concremente im Fettkörper (»Niere«) des *Asellus* haben; Schwanzanhänge mit röthlichem Anflug; Unterseite des Thiers farblos, weiss.

Da manche Autoren diese Art auch *Porcellio laevis* nennen, so ist zu bemerken, dass der *Porcellio laevis* Latreille ein ganz andres Thier ist. Ich habe letztere Art, welche auch Lereboullet richtig unterscheidet, z. B. bei Würzburg gesammelt.

Die Art *Porcellio scaber* Brandt möchte Dem, welcher die Gruppe durchzuarbeiten Anhaltsamkeit genug hat, manch neues ergeben. Mir ist besonders eine rein ockergelbe Varietät (?) aufgefallen, die ich an manchen Orten unter Steinen und Holz angetroffen habe, z. B. im Steinbachthal bei Rothenburg. Sie hob sich, etwa beim Umlegen der Steine, durch ihre gleichmässig gelbe Farbe auf den ersten Blick von dem grauen oder grauschwärzlichen Farbenton der übrigen Gesellschaft ab.

Ueber das Nervensystem des *P. scaber* habe ich in Wort und Bild[1] früher gehandelt.

Aber auch, wie ich glaube neue, unter die bisher beschriebenen Arten nicht einzureihende Thiere habe ich gesammelt und oben einige Mittheilungen über gewisse Körpertheile derselben gemacht.

Eine gute Species ist *Porcellio pictus* Brandt (P. melanocephalus Koch), ausgezeichnet durch den entwickelten mittleren Stirnlappen; vor ihm in der Mitte der Stirn ein scharf vorspringender ungefärbter heller Höcker bei sonstiger Schwärze der Stirn; Fühler mit Kanten; Beulen des Kopfes noch einmal feinhöckerig; letztes Segment des Abdomens kurz, breitlich, mit deutlicher Furche. Zweites Glied der Schwanzanhänge ebenfalls breitlich; Basalglied kurz. — Die Farbe des frischen lebenden Thiers ist ein lichter gelblich grauer Grund, darauf ein mittlerer schwärzlicher Strich, der am Abdomen sich rechts und links verbreitert; ausserdem am Thorax nach beiden Seiten noch Marmorirungen, die als Seitenflecke linear zusammenfliessen. Sehr characteristisch sind zwei Reihen schwefelgelber Flecken; Kopf schwarz, Ränder der seitlichen Stirnfortsätze hell; an den Antennen nimmt das Pigment nach dem Ende hin zu; Schwanzanhänge an der Spitze mit Spur von Braunroth.

Bezüglich der Lebenserscheinungen der Landasseln ist mir bemerklich geworden, dass man diese Thiere zwar bis tief in den Herbst hinein im Freien beobachten kann, dass sie aber keineswegs

1) Tafeln zur vergl. Anatomie 1864 u. Vom Bau d. thierisch. Körpers, 1864.

sehr zeitig im Frühjahr hervorkommen. Gegen Ende März erscheinen sie erst allgemeiner; vorher wird man nur unter Steinen wärmerer Lagen hin und wieder ein hierher gehöriges Thier antreffen, während Arten von Spinnen und Insecten schon wochenlang zuvor ihre Winterquartiere verlassen haben.

Bonn, im November 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX.

Alle Figuren mehr oder weniger stark vergrössert.

Fig. 1. Kopfstück des *Gammarus* (Niphargus) *puteanus* (Brunnen in Bonn).
a Kegel der »Schalendrüse«,
b Schalendrüse selber, innerhalb einer besondern Wölbung,
c Gehirn,
d Augenganglion,
e Kaumagen.

Fig. 2. Der die Schalendrüse enthaltende Höcker von *Gammarus puteanus* mit Pigmentfleck (»Auge«).
a Der Kegel mit der Ausmündung der Drüse.

Fig. 3. Kegel der Schalendrüse von *Gammarus pulex* zum Vergleich mit jenem von *Gammarus puteanus.*
a Gang der Drüse,
b Blutraum.

Fig. 4. Riechzapfen von *Gammarus pulex*, stark vergrössert. Im Protoplasma des Innenraumes heben sich einige kleine Nuclei ab.

Fig. 5. Von der Wurzel der oberen Antenne des *Gammarus pulex.*
a Die sogenannten Kapseln der Haare.

Fig. 5a. Eine derselben stärker vergrössert.

Fig. 6. Zwei Dornen der Springfüsse von *Gammarus puteanus.*
a Dunkelrandiges Ende des Dorns,
b blassrandiger End- oder Tastfaden.

Fig. 7. Embryonales Seitenorgan von *Asellus aquaticus*, im frischen Zustande. Man sieht, wie die zellige Innenhaut stellenweise ein feines Balkenwerk entwickelt.

Fig. 8. Vom Fettkörper des *Gammarus puteanus.*
a Ablagerungen von Concrementen.

Fig. 9. Von der unteren Antenne des *Gammarus pulex.*
a Pantoffelförmige Anhangsgebilde (Calceoli) in verschiedener Ansicht.

Fig. 10. Ein pantoffelförmiger Anhang bei stärkerer Vergrösserung.

Tafel X.

Alle Figuren geringer oder stärker vergrössert.

Fig. 11. Von der unteren Antenne des *Gammarus puteanus* (Falkensteiner Höhle bei Urach).
a Die Stäbchen oder Zapfen zwischen den Borsten.

Fig. 12. Von der oberen Antenne des *Gammarus puteanus* (Brunnen in Bonn).
a Riechzapfen; seitwärts das Ende eines solchen noch mehr vergrössert.

Fig. 13. Von der unteren Antenne des *Gammarus puteanus* (Brunnen in Bonn).
a Stäbchen oder Zapfen zwischen den Borsten.

Fig. 14. Endstück der innern oder kleinen Antenne von *Ligidium Persoonii*. Man sieht die Endstäbe, die Gliederung und das Ende der grossen Borsten. Von letzteren ist in *a* das Verhalten der Endgabel und in *b* des Tastfadens noch besonders dargestellt.

Fig. 15. Ende der Geissel der grossen Antenne von *Ligidium Persoonii*.
a Büschel der Endfäden.

Fig. 16. Letztes Glied derselben Geissel und von demselben Thier bei stärkerer Vergrösserung.
a Die zwei Abtheilungen des im Innern liegenden Ganglions.

Fig. 17. Das Ende zweier der Fäden am letzten Glied der Geissel, stark vergrössert.

Fig. 18. Endglied der grossen Antenne von *Porcellio sp.* Man sieht im Innern den Nerv, seine gangliöse Verbreiterung und zuletzt das Sichverlieren in den »Endzapfen«.
a Letzte Gruppe heller Stäbe, welche in einem Längszuge an den Geisselgliedern sich heraufziehen.

Fig. 19. Endglied der grossen Antenne von einer andern Species des *Porcellio* und wieder characteristisch geartet.

Fig. 20. Endglied der grossen Antenne des *Porcellio scaber*.

Fig. 21. Endglied der grossen Antenne von *Oniscus murarius*. Auch hier schimmert das Ganglion unter dem Zapfen hindurch.

Fig. 22. Kleine Antenne von *Porcellio scaber*.

Fig. 23. Kleine Antenne von *Oniscus murarius*.

Fig. 24. Hautsculptur des Rückens von *Porcellio scaber*.
a Grubenförmige Stelle zwischen den Schuppen,
b Haare mit doppeltem Porencanal an der Wurzel.

Fig. 25. Sculptur der Kiemendecklamellen von *Porcellio armadilloides*.
a Pneumatische Räume.

Tafel XI.

Alle Figuren bei geringerer oder stärkerer Vergrösserung.

Fig. 26. Kopfrand und Antennen von *Porcellio melanocephalus*.
a Grosse Antennen,
b kleine Antennen.

Fig. 27. Kopfrand und Antennen von *Porcellio armadilloides*.
a Grosse Antennen,
b kleine Antennen.

Fig. 28. Theil der Fussbürste von *Porcellio armadilloides*.

Fig. 29. Theil der Fussbürste von *Porcellio melanocephalus*.

Fig. 30. Theil der Fussbürste von *Porcellio* spec. nov.

Fig. 31. Theil der Fussbürste von *Oniscus murarius*.

Fig. 32. Senkrechter Schnitt durch die Kiemendecklamelle des *Porcellio armadilloides*.
a Cuticula,

b Matrixzellen,
c zelliges Balkenwerk,
d Bluträume,
e die pneumatischen Räume in der die Bluträume überziehenden feinen Cuticularschicht.

Fig. 33. Kiemendecklamelle des *Oniscus murarius*, im optischen Flächenschnitt gesehen.
a Cuticula,
b Zellenlage darunter, welche sodann als Balkenwerk den Innenraum durchzieht und die Blutbahnen begrenzt;
c Stützlamelle,
d abgelagertes Fett.

Fig. 34. Oberes Ende des Kiemendeckblattes von *Oniscus murarius*.
a Fetthaltige Partie.

Tafel XII.

Alle Figuren schwächer oder stärker vergrössert.

Fig. 35. Zum Kiemenapparat von *Porcellio armadilloides*.
a Lufthaltige Partie der Kiemendecklamelle; man sieht ausserdem die Verzweigung der Blutbahn.
b Eigentliches Kiemenblatt.

Fig. 36. Kieme von *Gammarus puteanus*.
a Blutraum,
b fetthaltige Mitte.

Fig. 37. Durchschnitt des Kiemenblattes von *Porcellio armadilloides*.
a Cuticula,
b Stützbalken,
c Zellenschicht,
d Blutraum.

Fig. 38. Kiemenblatt des *Porcellio armadilloides* von der Fläche gesehen.
a Stützbalken,
b Zellenlage,
c Bluträume.

Fig. 39. Kiemendecklamelle von *Porcellio armadilloides*, im optischen Flächenschnitt.
a Bluträume,
b die pneumatischen Umgrenzungen.





Ueber die Entwicklung der Hoden und über den Generationswechsel der Salpen.

Von

Prof. W. Salensky
in Kasan.

Mit Tafel XIII.

Die Entwicklung der Hoden bei den Salpen wurde, soweit mir bekannt, sehr wenig untersucht. Ich habe darüber nur die Angaben von BROOKS[1]) gefunden, nach denen die Hoden der Salpen aus dem Elaeoblast entstehen sollen. In meiner eben erschienenen Arbeit »über die Knospung der Salpen«[2]) konnte ich auf die Entwicklung dieser Organe nicht näher eingehen, da ich damals diesen Gegenstand sehr wenig berücksichtigte. Diese Lücke in meiner eben citirten Arbeit, welche ich schon damals auszufüllen versprach, hinderte mich auch, die Ansichten verschiedener Forscher über die Fortpflanzung der Salpen etwas näher zu besprechen. Da ich jetzt die Gelegenheit hatte, die Entwicklung der Salpenhoden von neuem zu studiren, will ich auf Grund meiner früheren sowie der hier mitzutheilenden Untersuchungen auf die Betrachtung der Fortpflanzung der Salpen näher eingehen.

Es ist bekannt, dass die Fortpflanzung der Salpen seit CHAMISSO und STEENSTRUP als Generationswechsel betrachtet wurde. Die Richtigkeit dieser allgemein angenommenen Auffassung ist aber durch neuere Untersuchungen in Zweifel gezogen. TODARO[3]) und BROOKS (loc. cit.).

1) Proceedings of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. XVIII; Bulletin of the Mus. of compar. Zoology Vol. III p. 291—397; Ueber die Embryologie der Salpa (Arch. f. Naturgeschichte 1876 p. 347—354.

2) Morphol. Jahrbuch Bd. III Hft. 4.

3) Sopra lo sviluppo e l' Anatomia delle Salpe. Roma 1875.

sind namentlich auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Schluss gekommen, dass die Fortpflanzung der Salpen nicht als Generationswechsel, sondern als eine von diesem letzteren abweichende und ganz eigenthümliche Fortpflanzungsart betrachtet werden müsste. Etwas früher als die beiden letztgenannten Forscher hat Kowalevsky [1] eine Ansicht ausgesprochen, welche ebenfalls mit dem Begriff des Generationswechsels nicht übereinstimmt. Er sagt darüber Folgendes: »Bei den Salpen giebt es bekanntlich zwei Generationen, in der einen entwickelt sich der aus vielen Eikeimen bestehende Eierstock, welcher in den Stolo hineingeht und sich hier zu je einem Eie vertheilt, sodann die einzelnen Knospen- resp. Kettensalpen, in welchen weiter aus diesem Eie ein Embryo entsteht, wieder mit einem aus mehreren Eikeimen bestehenden Eierstock«. Wir werden unten sehen, dass diese Ansicht mit der von Brooks vollkommen übereinstimmt.

Die Angaben von Todaro und Brooks über die Entwicklung der Salpen weichen, wie ich in meiner früheren Arbeit gezeigt habe, durchaus von einander ab. So sind denn auch die Ansichten, welche diese beiden Forscher aussprechen, ebenfalls different. Da ich bereits die Untersuchungen dieser beiden Forscher an einem anderen Orte näher besprochen habe, will ich hier nur die Hauptzüge ihrer allgemeinen Auffassungen hervorheben.

Nach Todaro entsteht die ganze Colonie der Kettensalpen aus einer einzigen Zelle — germoblasto, — welche sich von der membrana germoblastica abtrennt sich zertheilt und in einen Zellenhaufen verwandelt, welcher den Ursprung der Kettensalpen ausmacht. Todaro betrachtet die Knospung der Salpen nicht als eine selbständige Fortpflanzungsart, sondern als eine unmittelbare Fortsetzung der geschlechtlichen Vermehrung. Den Ausgangspunct der Fortpflanzung der Salpen bildet das Ei, welches, nachdem es befruchtet, in die sogenannte proles solitaria resp. in den Embryo sich verwandelt. In diesem letzteren bildet sich ein Organ, welches Todaro als glandula germinativa bezeichnet, welches aber nichts anderes als den längst bekannten Elaeoblast darstellt. Von der glandula germinativa soll sich nach Todaro eine Zelle abtrennen, welche in einen Raum zwischen das Exo- und Entoderm gelangt und das »primo germoblasto« von Todaro darstellt. Ich habe schon oben erwähnt, dass das primo germoblasto nach Todaro den Hauptheil des Keimstocks bildet und als Ausgangspunct für die Entwicklung der Salpenkette dient. Nach Todaro unterscheidet sich die glandula germinativa von dem echten Ovarium dadurch, dass ihre Ele-

1) Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XI p. 604.

mente ohne Befruchtung zur Bildungsthätigkeit (»attività formativa« loc. cit. p. 68) fähig sind, während die des Eierstocks vorher befruchtet sein müssen.

Die beiden Salpengenerationen betrachtet TODARO als einen einzigen Cyclus, welcher mit der Furchung des Eies beginnt; er stellt aber die Selbständigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung vollkommen in Abrede, indem er sagt: »Il materiale formativo della prole aggregata e dato dai germoblasti provenienti della membrana germoblastica, che sorge sul cerchio germinativo dell' uovo; e quindi gli embrioni di questa prole non derivano dalla prole solitaria come fin qui si é ritenuto, ma derivano, ugualmente come questa dall' uovo primitivo segmentato« (loc. cit. p. 68). Deswegen betrachtet TODARO die Kettensalpen nicht als Nachkommen der solitären Salpen, sondern als jüngere Geschwister der letzteren: »Quindi gl' individui della prole aggregata non sono figli, ma fratelli cadetti della prole solitaria che rappresenta il primogenito rimasto agamo e destinato ad incubare ed allevare i suoi futuri fratelli« (loc. cit. p. 68).

Die Ansicht von TODARO stützt sich auf die von ihm auseinandergesetzten Thatsachen, welche von mir ziemlich genau in meiner citirten Schrift über die Knospung der Salpen analysirt wurden. Da aber diese Thatsachen durch keine von den existirenden Untersuchungen bestätigt werden können, so will ich mich der weiteren Analyse der TODARO-schen Theorie enthalten. Die eigenthümliche Entwickelung des Keimstocks, wie sie von TODARO beschrieben ist und an welcher nur die Abkömmlinge des primo germoblasto Theil nehmen, die anderen Theile aber wie Haut, Seitengefässe u. s. w. zu Grunde gehen müssen, steht mit dem, was über die Knospung der Salpen bekannt ist, vollkommen in Widerspruch. Deswegen muss die Beurtheilung der TODARO'schen Theorie bis auf die Zeit verschoben werden, in welcher die Angaben dieses Forschers in Uebereinstimmung mit denen der anderen Forscher gebracht werden können. Hier will ich nur bemerken, dass nach TODARO: 1. das Elaeoblast der solitären Salpen die Geschlechtsdrüse darstellt und 2. dass die Bildung des Keimstocks keine ungeschlechtliche Vermehrung resp. Knospung ist, sondern als ein parthenogenetischer Vermehrungsact betrachtet werden kann.

Die BROOKS'sche Theorie hat in ihren Hauptzügen viele Aehnlichkeit mit der früher hervorgehobenen Ansicht von KOWALEVSKY, nach welchem die solitären Salpen ebenfalls wie die Kettenformen geschlechtliche Individuen und zwar Weibchen darstellen, welche ihren Eierstock in einzelne Individuen der von ihnen producirten Salpenkette

vertheilen. Diese Theorie ist vollkommen gut durch folgende Sätze von Brooks characterisirt worden [1]:

»Die solitäre Salpe — Weibchen — bildet durch Knospung eine Kette von Männchen und legt in jedes der letzteren vor ihrer Geburt je ein Ei ab«.

»Die Eier werden befruchtet schon zu der Zeit, in welcher die Zooiden noch jung und geschlechtlich unreif sind; aus den Eiern entwickeln sich die Weibchen, welche in derselben Weise, wie früher, den Männchen den Ursprung geben«.

»Obgleich die beiden Formen die Abkömmlinge des Weibchens sind und eine von ihnen durch Knospung, die andere durch geschlechtliche Vermehrung entstehen, haben wir doch in diesem Fall keinen »Generationswechsel« vor uns, sondern nur eine höchst merkwürdige Sexualdifferenz, welche in der Form sowie in der Entstehungsart beider Geschlechter sich äussert«.

Brooks vergleicht die Fortpflanzung der Salpen mit der der Biene, wo das befruchtete Ei immer weibliche, während das unbefruchtete männliche Individuen producirt (Mus. of comp. zool. p. 337; Arch. f. Nat. 1876 p. 353.)

Nach der Ansicht von Brooks sollen die Eier, welche in Kettensalpen sich finden, nicht den Kettensalpen sondern den solitären mit Keimstock versehenen Salpen gehören. In dieser Beziehung stimmt Brooks' Ansicht am meisten mit der von Kowalevsky überein. Die Kettensalpen entbehren vollständig des Eierstocks und stellen nach Brooks ausschliesslich männliche Individuen dar (Mus. of comp. zool. p. 342; Arch. Nat. p. 354).

Von besonderem Interesse ist auch die Ansicht von Brooks, nach welcher die Trennung der Geschlechter aus der ursprünglichen hermaphroditischen Form entstanden ist. Ich füge hier die entsprechende Stelle aus der Brooks'schen vorläufigen Mittheilung an, wie dieselbe im Archiv für Naturgeschichte übersetzt ist: »Die Geschichte von Salpa ist von besonderem Interesse, da sie viel Licht auf die Art und Weise wirft, wie Trennung der Geschlechter in Formen hervorgebracht sein mag, welche ursprünglich hermaphroditisch waren und es ist auch interessant zu bemerken, dass das Elaeoblast, dessen Entwicklungsgeschichte zeigt, d a s s e s d a s H o m o l o g o n i m W e i b c h e n v o n d e m H o d e n d e s M ä n n c h e n s i s t, an der Fortpflanzung Theil nimmt, obgleich es alle Merkmale eines Geschlechtsorgans verloren hat und einfach eine Ergänzung der Nahrung ist« (Arch. f. Nat. p. 354).

[1] Mus. of compar. zoology p. 337.

Um sich in der Frage über die Fortpflanzung der Salpen orientiren zu können, müssen wir hauptsächlich zwei Puncte betrachten, nämlich 1) die Entstehung der Eier bei den Kettensalpen in Beziehung zu der Anlage des Eierstocks, 2) die Entstehung der Hoden, welche uns zeigen muss, ob die männlichen Geschlechtsorgane in der That, wie es Brooks annimmt, dem Elaeoblaste homolog sind, oder nicht.

In Bezug auf den ersten Punct, namentlich auf die Entstehung des Eierstocks kann ich zu dem, was von mir in meiner früheren Arbeit (Morph. Jahrb. Bd. III) erörtert wurde, nichts Factisches hinzufügen. Es wurde von mir gezeigt, dass der Eierstock aus dem Theile des Keimstocks entsteht, welcher von mir als Entoderm bezeichnet wurde und welcher zugleich auch die Anlage der Athemhöhle repräsentirt. Diese Thatsache genügt, meiner Meinung nach, um sich zu überzeugen, dass im Keimstocke keine besondere Anlage für den Eierstock existirt und ebenfalls, um die Annahme zu widerlegen, dass die solitäre Salpe ihre Eier in die Kettensalpen ablegt. Bei den solitären Salpen existirt kein Eierstock; die Zellen, aus welchen das Entoderm entsteht bilden den Eierstock so gut, wie eine Masse anderer zu diesem Organ in keinem Verhältniss stehender Organe.

Die Entstehung der Hoden bei den Salpen scheint mir für die Morphologie dieser Thiere sehr wichtig zu sein und zwar aus dem Grunde, als von der Aufklärung der Hodenentwicklung die Entscheidung der Frage abhängt: ob die Hoden in der That, wie es Brooks annimmt, dem Elaeoblaste homolog sind, oder nicht. Leider führt Brooks für eine solche Annahme keine Beweise an, ausser dass er sagt, dass die Hoden zuerst in Form einer Zellenmasse erscheinen, welche unter dem Darmcanal und hinter dem Herzen liegt und denselben Platz bei den Kettensalpen, wie das Elaeoblast bei den solitären einnimmt. In seinen Abbildungen bezeichnet Brooks den Stoloblast resp. den Elaeoblast als Hoden.

Aus allen älteren Untersuchungen von Vogt, Leuckart u. a. weiss man schon, dass die Entwicklung der Hoden viel später als die des Eierstocks zu Stande kommt. Bei den Individuen, welche schon ganz entwickelte Eier besitzen, trifft man noch keine Hoden an und erst bei den Kettenzooiden von bestimmter Grösse kann man entwickelte mit Samen angefüllte Hoden antreffen. Bei Salpa democratica geschieht es, wenn die Individuen ungefähr 6 Mm. in der Länge erreichen. Solche ausgebildete Hoden wurden schon mehrmals beschrieben. Neuerdings giebt auch Brooks eine gute Beschreibung dieses Organs, und da ich zu dieser Beschreibung und zu den guten Abbildungen von Brooks nichts weiter hinzufügen kann, so gehe ich zur Darstellung meiner

eigenen Untersuchungen, welche die Entwicklung der Hoden betreffen, über.

Zur leichteren Orientirung in unserem Gegenstand fangen wir unsere Untersuchung von dem Zustande an, wo die Hoden bereits vollkommen entwickelt sind. Macht man einen Querschnitt durch den hinteren Theil einer solchen Kettensalpe (Fig. 6), so bemerkt man die Hoden in Form von vier ziemlich grossen und zu beiden Seiten des Hinterdarms liegenden Zellenhaufen. Der Hinterdarm selbst ist von einem Blutsinus umgeben, dessen untere Wand von einer Zellenlage begrenzt ist (Fig. 6 *H*). Vom Elaeoblast treffen wir keine Spur; dasselbe scheint vollkommen verschwunden zu sein. Was die innere Structur der Hoden (Fig. 6 *H'*) anbetrifft, so ist dieselbe ziemlich einfach. Die Hoden bestehen überall aus dicht zusammengedrängten ovalen Zellen, welche offenbar die Mutterzellen der Spermatozoiden darstellen.

Bei den etwas jüngeren Kettensalpen kann man jüngere Entwicklungsstadien der Hoden beobachten, welche zur Aufklärung des eben betrachteten Querschnittes dienen können. Der Querschnitt Fig. 5 ist dem hinteren Theile einer Salpe entnommen, bei welcher die Hoden etwa im Beginn ihrer Entwicklung sich befinden und das Elaeoblast noch nicht vollkommen verschwunden ist. Das letztere erscheint in Form einer grossen unter dem Hinterdarm liegenden Lücke, in welcher man keine zelligen Elemente bemerken kann. Zu beiden Seiten des noch ziemlich engen Hinterdarms bemerkt man zwei Zellenhaufen (Fig. 5 *H'*), welche sich sogleich, aus der Vergleichung mit Fig. 6, als die Anlagen der Hoden erkennen lassen. Jeder von diesen Zellenhaufen besteht noch im Querschnitte aus vier bis fünf kleinen Zellen, deren Inhalt feinkörnig ist. Der obere und untere Theil des Hinterdarms ist von einer Lage ziemlich abgeplatteter Zellen bedeckt (Fig. 5 *H*), welche nur an den Seitentheilen und namentlich an den Stellen, wo die Hodenanlagen sich befinden, aufhören. Der Vergleich mit der Fig. 6 weist darauf hin, dass diese Zellenlage dieselbe ist, welche wir auf der Fig. 6 an der hinteren Wand des Blutsinus angetroffen haben. Obgleich diese Zellenlage nach unten dem Elaeoblast dicht anliegt, kann man doch bei der aufmerksamen Betrachtung des Präparates bemerken, dass sie vom letzteren vollkommen unabhängig ist.

Es fragt sich nun: woher stammen die Zellen, welche den Hoden ihren Ursprung geben und in welchem Verhältnisse stehen diese Zellen zum Elaeoblast? Für die Entscheidung dieser Frage müssen wir uns zu den früheren Entwicklungsstadien der Kettensalpen wenden, in denen noch keine Hodenanlagen existiren.

Ein solches Stadium stellen die Kettensalpen der Salpa democratica von 0,44‴ Länge, welche lange noch nicht definitiv entwickelt sind und auf Fig. 1 und 2 abgebildet sind. Bei solchen Salpen treffen wir ein vollkommen ausgebildetes Eläeoblast, welches in Form eines ovalen aus glashellen, vollkommen durchsichtigen Zellen bestehenden Körpers auftritt und dicht dem Hinterdarm anliegt. Zwischen dem Hinterdarm und dem Elaeoblast bemerkt man keine Zellenlage, welche in den späteren Stadien leicht zu unterscheiden ist. Anstatt dieser findet man bei solchen Salpen ein anderes zelliges Gebilde, welches in Form eines kleinen Zellenhaufens dem hinteren Ende des Hinterdarms dicht anliegt und aus mehreren Zellenschichten besteht (Fig. 1 *H*). Bei der Betrachtung dieses Stadiums von der Rückenfläche (Fig. 2 *H*) bemerkt man, dass dieser Haufen nicht vollkommen in der Längsachse des Thieres liegt, sondern etwas nach rechts von derselben abgelenkt ist. Die Zellen, welche den erwähnten Haufen zusammensetzen, sind rund, viel kleiner als die des Elaeoblastes, und mit feinkörnigem Inhalt angefüllt.

Aus der Untersuchung der weiteren Entwicklungsstadien ergiebt sich, dass es eben dieser Zellenhaufen ist, aus welchem die Entwicklung des Hoden vor sich geht. Bei den 0,9 Mm. langen Salpen (Fig. 3) trifft man den erwähnten Zellenhaufen etwas verändert. Er besteht aus nur einer Zellenlage, ist dünner geworden, hat dafür aber eine weit grössere Ausdehnung erhalten, als das früher der Fall war. Er beschränkt sich jetzt nicht nur auf den hintersten Theil des Salpenkörpers, sondern breitet sich nach vorn aus und geht selbst über die Region des Elaeoblastes hinaus. Man kann in solchen ausgedehnten Zellenlagen einen hinteren und einen vorderen Theil unterscheiden; der erste besteht aus runden ziemlich scharf von einander gesonderten Zellen, der letzte lässt aber in der Profilansicht keine Zellen unterscheiden. Macht man aber einen Querschnitt aus der Salpe (Fig. 4), so überzeugt man sich leicht, dass auch dieser Theil aus gesonderten Zellen besteht. Die Verhältnisse welche man an Querschnitten beobachtet, sind schon denen der späteren Stadien (Fig. 5 u. 6) ziemlich ähnlich. Nur unterscheidet sich dieses Stadium dadurch, dass wir hier keine Hodenanlage antreffen. Dieselben sind noch nicht differenzirt.

Der auf Fig. 4 dargestellte Querschnitt ist durch dieselben Theile des Salpenkörpers geführt, wie die früher von uns betrachteten Querschnitte (Fig. 5 u. 6). In dem oberen Theile sehen wir den Querschnitt vom Vorderdarm, welcher aus denselben cylindrischen Zellen besteht, wie in den späteren Entwicklungsstadien. Dieselbe Structur zeigt auch der in der Mitte des Querschnittes liegende Magen (*M*). Der

Hinterdarm (*Hd*) zeichnet sich aber vor seinen späteren Entwicklungsstadien dadurch aus, dass er noch kein Lumen hat. Die cylindrischen Zellen, aus welchen er besteht, sind mit ihren inneren Theilen so mit einander verbunden, dass der Hinterdarm einen vollkommen soliden im Querschnitt ovalen Strang darstellt. Unter dem Hinterdarm liegt das noch vollkommen gut entwickelte Elaeoblast, in welchem wir sehr deutlich characteristische blasenförmige Zellen unterscheiden können. An einigen Stellen bemerkt man in ihnen einen wandständigen Kern, welcher von einem sternförmigen Protoplasmahof umgeben ist.

Ganz unabhängig von dem Elaeoblast erscheint die den Hinterdarm umgebende Zellenlage, welche wir als hodenbildende Schicht bezeichnen können. Man kann bei aufmerksamer Betrachtung eine äusserst feine Spalte zwischen den beiden erwähnten Gebilden bemerken. Die hodenbildende Schicht besteht nun aus ziemlich grossen Zellen, welche ihrer Form nach schon vollkommen denen der spätern Stadien gleichen. Die Form der Schicht unterscheidet sich aber von dem, was wir bei den etwas grösseren Salpen (Fig. 5) gesehen haben, indem sie nicht nur die obere und untere Oberfläche des Hinterdarms bedeckt, sondern auch über die Seitentheile, wenigstens auf der rechten Seite des Querschnitts, desselben sich herumschlägt. Auf der linken Seite erscheint die Schicht etwas unterbrochen und zwar dadurch, dass eben hier ein Haufen von vier Zellen von derselben abgetrennt ist (Fig. 4 *H'*). Vergleicht man die Lage und Form dieses Zellenhaufens mit denen, welche wir in den späteren Stadien antreffen, so überzeugt man sich gleich, dass derselbe nichts anderes als die Hodenanlage darstellt (vergl. Fig. 4 u. 5 *H'*).

Fasst man alles, was hier über die Entwicklung der Hoden mitgetheilt ist, zusammen, so bekommt man folgendes Bild der Entwicklungsgeschichte der Hoden. In einem ziemlich jungen Zustande der Entwicklung der Salpenketten bildet sich am hinteren Ende des Salpenkörpers ein Zellenhaufen, welcher später immer mehr und mehr nach vorn wächst, den Hinterdarm umhüllt und eine hodenbildende Schicht darstellt. Aus den Seitentheilen dieser Zellenschicht bilden sich die Hoden, während der obere und untere Theil derselben, welche der oberen und unteren Wand des Hinterdarms anliegen, bei der Bildung der Hoden keine Rolle spielen; wahrscheinlich verschwinden sie später vollkommen. Die Entwicklung der Hoden steht in keinem Verhältniss zu dem Elaeoblast und deswegen kann dieses letztgenannte Organ keineswegs als Homologon der Hoden betrachtet werden.

Nachdem wir eben die Entwicklung der Salpenhoden kennen gelernt haben, können wir nun auf Grund der hier auseinandergesetzten Thatsachen, sowie deren, welche von mir an einem anderen Orte[1]) über die Entwicklung des Eierstocks mitgetheilt worden, zur Discussion der Frage übergehen: gehört die Entwicklung der Salpen zum Typus des Generationswechsels, oder muss dieselbe an irgend eine andere Fortpflanzungsart angereiht werden? Bevor wir aber zur Kritik der darüber bestehenden Meinungen schreiten, müssen wir darauf Acht geben, dass bei der Knospung der Salpen einige Eigenthümlichkeiten vorkommen, welche der Salpenfortpflanzung einen ganz besonderen Character geben. Das Wesentlichste von diesen Eigenthümlichkeiten besteht in der sehr frühzeitigen Entwicklung der Eier in den Salpenknospen; es ist bekannt, dass jede Kettensalpe noch lange, bevor die Kette vom Mutterindividuum sich lostrennt, ein Ei bekommt, welches bereits in einem ziemlich reifen Zustande vorhanden ist. In keinem der bekannten Fälle des Generationswechsels treffen wir eine so frühzeitige Entwicklung der Geschlechtsproducte und dieser Umstand hat, wie es scheint, als Beweggrund für die Annahme gedient, dass die solitären Salpen, welche man bisher als ungeschlechtliche Formen betrachtet hat, weibliche Individuen sind, dass sie aber ihre Eier in die von ihnen selbst producirten Kettensalpen ablegen. Ist diese Annahme richtig, so muss die Fortpflanzung der Salpen nicht als ein Fall des Generationswechsels, sondern als eine ganz besondere Fortpflanzungserscheinung betrachtet werden. Solche Meinung wurde von Brooks in seinen von mir schon mehrmals citirten Aufsätzen über die Entwicklung der Salpen ausgesprochen.

Nach der Meinung von Brooks hat die Fortpflanzung der Salpen eine Analogie mit der der Bienen; er findet diese Analogie in der Art der Entwicklung der Geschlechter bei diesen beiden Thiergruppen. Wenn man selbst mit Brooks darin übereinstimmt, dass die solitären Salpen weibliche, die Kettensalpen — männliche Individuen darstellen, so kann man diese Analogie nur insofern bestehen lassen, dass die Kettensalpen, wie die männliche Biene ohne Befruchtung, durch ungeschlechtliche Vermehrung entstehen, während die solitären Salpen, wie die weibliche Biene, aus dem befruchteten Ei sich entwickeln. Weiter geht die Analogie nicht und der wesentlichste Punct der Salpenvermehrung, namentlich das hypothetische Ablegen der Eier von solitären Salpen in die männlichen Kettensalpen bleibt ohnedem ganz isolirt, denn im ganzen Thierreiche treffen wir keine dem analoge

1) Morpholog. Jahrbuch. Bd. III. Heft 4.

Fortpflanzungserscheinung. Wo finden wir in der That eine Vermehrung, bei welcher eine geschlechtliche Form ihre Eier in die Knospen, welche sie selbst producirt, ablege? Um eine derartige Fortpflanzungsweise für die Salpen zuzulassen, müsste man zuerst beweisen, dass die solitären Salpen wirklich die Eierstöcke oder deren Homologa besitzen, und das die Eier der Kettensalpen aus diesen Eierstöcken entstehen. Dies wurde aber durch keine Untersuchung bewiesen. Brooks bestrebt sich zu beweisen, dass bei den Ascidien einige den bei Salpen vorkommenden analoge Fortpflanzungserscheinungen sich finden, und dass die Eier dieser Thiere genau in derselben Weise, wie er es für die Salpen angiebt, von einer Generation in die andere übergehen. Er sagt darüber Folgendes: »Die Zooiden der meisten Tunicaten sind hermaphroditisch und entwickeln Eier aus ihrem eigenen Ovarium, aber, wenigstens bei Pyrosoma, Perophora, Didemnium und Amauricium ist das Ei, welches die Befruchtung und Entwicklung in dem Körper des Zooids erfährt, nicht aus dem eigenen Ovarium, sondern von dem der vorhergehenden Generation, und die Eier, welche im Körper der zweiten Generation erzeugt werden, müssen in die Körper der Zooiden der dritten Generation übergehen, bevor sie befruchtet werden können« (Arch. f. Naturg. 1876. Heft 3. p. 353).

Ehe ich auf eine Behandlung der von Brooks angeführten Ascidien weiter eingehe, will ich hier einige Bemerkungen über die Analogie der Entwicklung der Salpen und Ascidien im Allgemeinen vorausschicken. Diese Analogie, welche hauptsächlich die Knospungserscheinungen dieser beiden Tunicatengruppen betrifft, wurde von mir in meiner früher citirten Schrift »über die Knospung der Salpen« berücksichtigt. Sie besteht meiner Meinung nach darin, dass an der Bildung des Keimstocks oder der Stolonen der Salpen, so gut wie der Ascidien, die Derivate aller Keimblätter theilnehmen. Diese Analogie wird aber bei der Bildung der Athemhöhle dieser beiden Tunicatenordnungen wesentlich gestört. Bei den Ascidien bildet sich die Athemhöhle als eine unmittelbare Fortsetzung des gleichnamigen Gebildes des Mutterthieres, bei den Salpen entsteht dieselbe aus einer besonderen Anlage, welche zugleich als Anlage des Eierstocks dient. Bei den Salpen giebt es keine besondere Eierstocksanlage, und das ist ein sehr wesentlicher Umstand, welcher den Grundsätzen der Brooks'schen Theorie widerspricht. Wenn der Zellenklumpen, aus welchen die Eierstöcke und die Athemhöhlen der Kettensalpen entstehen, nur die Anlage des Eierstocks darstellte, so könnte man denselben unter gewissen Umständen als Eierstock der solitären Salpen betrachten, vorausgesetzt, dass er bei den solitären Salpen im unentwickelten Zustande existirt und erst in

der Folge der Generation resp. bei den Kettensalpen zur vollen Entwicklung kommt; man könnte aus diesem Grunde die solitäre Salpe für ein weibliches Individuum halten. Ist aber einmal bewiesen, dass im Keimstocke der Salpen keine besondere Eierstocksanlage existirt, so können wir den Zellenklumpen, welcher nur theilweise in den Eierstock der Kettensalpen übergeht, nicht als Eierstock betrachten. Bei den Ascidien ist aber, nach den Angaben von KOWALEVSKY u. A. eine besondere Eierstocksanlage vorhanden, welche von der Anlage der Athemhöhle vollkommen different ist. Das ist der wesentlichste Unterschied in der Fortpflanzungsgeschichte beider Tunicatengruppen, welcher genügt, um zu beweisen, dass das Eierstocksrohr der Ascidien mit dem Entoderm der Salpen nicht homolog ist.

Aus allem oben Gesagten kann man den Schluss ziehen, dass die solitären Salpen keinen Eierstock besitzen; da bei ihnen gleichzeitig kein Hoden nachweisbar ist, so können dieselben als Formen der ungeschlechtlichen Generation betrachtet werden.

Die Annahme der ungeschlechtlichen Natur der solitären Salpen kann schon allein für die Aufrechterhaltung der früheren Theorie des Generationswechsels genügen, welche offenbar die anderen Theorien wie z. B. die von BROOKS und TODARO ausschliesst, und allein die Fortpflanzungsverhältnisse der Salpen in richtiger Weise darstellt.

Um das Verhältniss der Fortpflanzung der Salpen zu jener der Ascidien zu erläutern, wollen wir nun die von BROOKS angeführten Ascidien etwas näher betrachten. Wir werden dabei sehen, dass die Fortpflanzung derjenigen dieser Ascidien, welche den Salpen am nächsten stehen, ebenfalls nur als Generationswechsel betrachtet werden muss, während andere Ascidien in dieser Beziehung von den Salpen bedeutend verschieden sind.

Was zunächst Pyrosoma anbetrifft, so ist schon durch die Untersuchungen von HUXLEY und KOWALEVSKY bekannt, dass bei der Knospung dieser Ascidie die Eierstocksanlage aus der Mutterknospe in die Tochterknospe übergeht. Bei Pyrosomen kennen wir aber zwei Arten von Knospen, welche nicht nur durch die Zeit ihrer Entstehung, sondern auch durch ihre Entstehungsart von einander verschieden sind; und bei der Vergleichung der Knospung von Pyrosoma mit jener der Salpen ist es sehr wichtig, die Art der Knospe zu bestimmen, mit welcher man die Salpenknospen vergleichen will. Es ist schon durch die vortrefflichen Untersuchungen von HUXLEY bekannt geworden, dass in der Entwicklung der Pyrosomen zwei Entwicklungsstadien zu unterscheiden sind: eins davon, welches von HUXLEY als Cyathozoid bezeichnet wurde, entwickelt sich aus dem Ei und zeichnet sich seiner Orga

nisation nach von dem anderen aus, welches von Huxley Ascidiozoid genannt wurde. Dieses letztere Stadium entsteht aus dem ersteren durch eine Art Knospung und unterscheidet sich von demselben durch eine weit complicirtere Organisation. Das Cyathozoid spielt in der Entwicklung der Pyrosoma die Rolle einer Amme, da dasselbe auf ungeschlechtlichem Wege und zwar in Form eines stolo prolifer die Ascidiozoiden producirt. Die Ascidiozoiden sind im Gegentheil geschlechtliche Formen; sie stellen eine typische Ascidienform dar und sind, wie alle Ascidien überhaupt, hermaphroditisch. Für die Entscheidung der uns interessirenden Frage über den Uebergang der Eier aus dem mütterlichen Organismus in den töchterlichen, wäre es besonders wichtig kennen zu lernen, wie diese hermaphroditischen Geschlechtsorgane in den Ascidiozoiden entstehen. Kowalevsky[1]) hat einige Jugendzustände dieser Geschlechtsorgane beobachtet, hat aber die Frage über die Entstehungsweise derselben offen gelassen. Unter den Abbildungen, welche Kowalevsky in seiner Schrift giebt, sieht man keine, in welcher die Anlage der Geschlechtsorgane im Cyathozoid gezeigt würde; die Geschlechtsorgane wurden nur in den Ascidiozoiden beobachtet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieselben in den Ascidiozoiden und nicht in dem Cyathozoid sich bilden: wenigstens haben wir keinen Grund für die Annahme, dass sie von dem Cyathozoid in die Ascidiozoiden übergehen und können deswegen schliessen, dass das Cyathozoid eine ungeschlechtliche resp. eine Ammenform in dem Entwicklungscyclus der Pyrosoma darstellt.

Die vom Cyathozoid entstehenden vier Ascidiozoiden bilden die Grundlage der künftigen Pyrosomacolonie, deren weiteres Wachsthum durch die Knospung der Ascidiozoiden bedingt wird. Bei dieser zweiten Knospungsart wurde die Entwicklung der Eierstöcke durch die Untersuchungen von Huxley und Kowalevsky sehr genau verfolgt. Aus den Angaben beider Forscher ist schon bekannt, dass die Eierstocksanlage in Form eines Eierstockrohrs von der Mutterknospe in die Tochterknospe übergeht und dort zur Bildung der Eier dient.

Es fragt sich nun: welche von diesen beiden Knospungsarten der Pyrosoma können wir mit den Knospen der Salpen vergleichen? Diese Frage kann leicht beantwortet werden, da die Analogie zwischen der Knospung bei den Pyrosomen und den Salpen vollkommen ersichtlich ist. Die Colonie der Salpenkette bildet sich bekanntlich auf einem stolo prolifer, welcher bei den solitären Salpen schon im embryonalen Zustande zum Vorschein kommt; die vier Ascidiozoiden des Pyrosoma bilden sich auch ursprünglich in Form eines stolo prolifer, welcher in

1) Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. XI p. 630.

vier Theile zerfällt. Der Bau des Keimstocks und die Entwicklung der Individuen auf demselben haben bei den Salpen und Pyrosomen eine grosse Analogie. Die zweite Knospungsart der Pyrosomen, die Knospung der Ascidiozoiden hat keine Analogie in der Entwicklungsgeschichte der Salpen, da die Kettensalpen, welche den Ascidiozoiden homolog sind, bekanntlich sich durch Knospung nicht vermehren können. Es folgt daraus, dass diese zweite Knospungsart keineswegs als analog mit der Salpenknospung betrachtet werden kann, und da nur bei dieser Knospung die Eierstöcke der Mutterknospe in die Tochterknospe übergehen, so kann auch dieser Uebergang der Geschlechtsorgane nicht auf die Salpenknospung übertragen werden.

Aus dieser kurzen Uebersicht der Entwicklungsgeschichte des Pyrosoma können wir schliessen, dass die Entwicklung dieser Thiere, worauf schon KOWALEVSKY aufmerksam macht, in der That sehr viele Analogie mit derjenigen der Salpen besitzt. In beiden Fällen haben wir eine ungeschlechtliche Form — Amme — welche bei den Salpen durch die sog. solitäre Salpe, bei den Pyrosomen — durch das Cyathozoid repräsentirt ist. Die beiden Ammenformen erzeugen vermittelst des stolo prolifer eine Individuenkette: die Kettensalpen (bei den Salpen) und die ersten Ascidiozoiden (bei Pyrosoma). Die Kettenformen sind jedoch in beiden Gruppen verschieden: die Individuen der Pyrosoma sind im Stande, ausser durch geschlechtliche Vermehrung eine Anzahl von neuen Individuen durch Knospung zu erzeugen, während die Salpen (Kettensalpen) nur die geschlechtliche Vermehrung vollziehen. In allen übrigen Entwicklungsvorgängen stimmt Pyrosoma mit den Salpen überein, so dass wir die Fortpflanzung des Pyrosoma ebenfalls als Generationswechsel betrachten müssen.

Ueber die Knospung des Didemnium liegen die Beobachtungen von KOWALEVSKY vor. Die Entstehung der Eierstöcke in den Knospen dieser Tunicate ist diesem Forscher unbekannt geblieben; wenn aber die von ihm beschriebenen problematischen früheren Entwicklungsstadien als solche in der That anerkannt werden können, so entstehen die Eierstöcke und Eier des Didemnium nicht aus denen des Mutterthiers, sondern bilden sich durch Differenzirung der allgemeinen Knospenanlage. Die Knospen von Didemnium styliferum können bekanntlich sich durch Theilung vermehren; bei dieser Theilung geben die Theile des Eierstocks und der anderen Organe von der Mutterknospe in die töchterliche über. Diese Erscheinung kann doch keineswegs im Sinne der BROOKS'schen Theorie erklärt werden, da bei derselben nicht nur ein Ei, sondern eine Masse von verschiedenen Organanlagen in den töchterlichen Organismus übergeht.

Dasselbe gilt auch für Amauricium und Perophora, bei welchen die Entstehung der Eierstöcke aus den entsprechenden mütterlichen Organen nicht bewiesen und selbst nicht beschrieben ist. KOWALEVSKY sagt freilich: »Die Geschlechtsorgane scheinen als Anlage in der jungen Knospe schon zu existiren und können vielleicht schon als vom Mutterthiere abstammend angesehen werden« (Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. X. p. 466); diese Meinung ist aber in Form einer Vermuthung ausgesprochen und ist durch gar keine von KOWALEVSKY beschriebenen Thatsachen bestätigt.

Alle Thatsachen, welche hier in Bezug auf die Entwicklung der Ascidien angeführt sind, können nur zur Bestätigung der von uns oben ausgesprochenen Meinung dienen: bei keinem Thier treffen wir den von BROOKS angegebenen Uebergang des mütterlichen Eies in den töchterlichen Organismus. Als Grund der theoretischen Auffassungen von BROOKS diente ihm seine Beobachtung, dass die Eier in allen Entwicklungsstadien der Kettensalpen dieselbe Grösse darstellen, wie zur Zeit der Befruchtung resp. in ihrem Reifezustand. Er sagt: »sobald die Kettensalpe bei der Geburt immer ein unbefruchtetes, organisch mit ihrem Körper verbündenes Ei enthält, und sobald dieses Ei und der daraus entstehende Embryo durch das Blut der Kettensalpe mittelst einer Placenta ernährt wird, und sobald keine Geschlechtsorgane in dem Körper der einfachen Salpen beobachtet sind, scheint es sehr vernünftig die Meinung zu acceptiren, dass die einfache Salpe ungeschlechtlich, die Kettensalpe die hermaphroditische geschlechtliche Generation sei, und dass die Entwicklungsgeschichte der Gattung ein wirkliches Beispiel von Generationswechsel darstellt. Wenn wir dagegen rückwärts die Geschichte eines der Zooiden, welche eine Kette zusammensetzen, verfolgt haben und finden, dass das Ei in allen Stadien des Wachsthums vorhanden, und genau von derselben Grösse und demselben Ansehen ist, wie zur Zeit seiner Befruchtung .... dann scheint der Schluss unleugbar zu sein, dass das Thier, welches bisher noch nicht existirt, nicht die Mutter des Eies sein kann, welches bereits vollständig ausgebildet ist« (Arch. f. Naturgesch. 42. Jahrg. Heft 3. p. 352; Proceeding of the Boston Society of Nat. History vol. XVIII. p. 197). Eine solche Behauptung, dass das Ei in allen Stadien des Wachsthums vorhanden und genau von derselben Grösse und demselben Ansehen ist, kann ich nicht bestätigen. Die Eizelle der Salpen wächst und verändert sich während ihrer Entwicklung, wie jede Zelle des thierischen Organismus. Die Entwicklung der Eierstöcke der Kettensalpen geht wie die der anderen Thiere stufenweise vor sich und zeichnet sich nur durch die frühzeitige Entwick-

lung der Eier aus, wie es oben erwähnt wurde. Der Eierstock entsteht aus einem Zellencomplex, welchen ich als Entoderm bezeichnet habe. Dieser Zellencomplex theilt sich in einem gewissen Stadium in zwei Theile, von denen der innere die Anlage der Athemhöhle, der äussere die des Eierstocks darstellt. Nachdem diese Theilung geschehen ist, erfährt die Anlage des Eierstocks eine abermalige Veränderung, bis die Eizellen, welche sich in dieser Anlage finden, ihre Reife erreicht haben. Es ist bemerkenswerth, dass in den Eierstocksanlagen und in den Anlagen der Eizelle zuerst zwei oder drei Kerne vorhanden sind, was meiner Meinung nach auf die Mehrzelligkeit dieser Anlage hinweist; erst in den späteren Stadien verschwinden einige Kerne (Nebenkerne) und es bleibt nur ein einziger Kern, welcher die Rolle eines Eikerns resp. Keimbläschens spielt (vergl. meine Untersuchungen im Morph. Jahrb. Bd. III. p. 583 und Fig. 11, 12, 13, 14 u. 15).

Die Entwicklung der Hoden, welche ich oben beschrieben habe, zeigt uns, dass die Entstehung dieser Organe unabhängig vom Elaeoblast vor sich geht; folglich haben wir keinen Grund, die Hoden für die Homologa des Elaeoblastes zu halten, wie es Brooks in der letzten Zeit gethan hat.

Das Resultat der bisherigen Betrachtung der Entwicklung der Salpen kann in Form folgender Sätze ausgesprochen werden: 1) Da die solitären Salpen keine Geschlechtsorgane besitzen, so haben wir keinen Grund dieselben als Geschlechtsformen zu betrachten; 2) wir haben ebenfalls keinen factischen Grund, die Eier der Kettensalpen als den solitären Salpen angehörende und aus denselben in die Kettensalpen übergehende Gebilde anzusehen und folglich 3) wenn die solitären Salpen — die ungeschlechtlichen, die Kettensalpen — die geschlechtlichen Generationen sind, so stellt die Fortpflanzung der Salpen eine typische Form des Generationswechsels dar.

Bei den Tunicaten treffen wir verschiedene Entwicklungsarten von der einfachen Metamorphose (Ascidien, ausgenommen Pyrosoma) bis zu den complicirtesten Metagenesisformen (Doliolum), und es wäre interessant die verschiedenen Entwicklungszustände der durch Metamorphose sich entwickelnden Tunicaten mit denjenigen der metagenetischen Entwicklung zu vergleichen: Die Metagenesis der Salpen erweist sich bei diesem Vergleich als ein sehr lehrreiches Beispiel dieser Zeugungsart, welches für die Erläuterung des Generationswechsels überhaupt sehr Vieles verspricht. Man könnte hierin einige Anhaltspuncte für die Erklärung der Beziehungen zwischen dem Generationswechsel und der Metamorphose erwarten, worauf manche Beobachter schon angespielt haben. Leider ist die Entwicklung mancher und zwar für

diese Frage sehr wichtigen Tunicaten noch nicht in dem Grade bekannt, um daraus streng wissenschaftliche auf Thatsachen sich stützende Folgerungen zu ziehen.

Es ist bekannt, dass die Ascidien ihre Eier in Form von geschwänzten Larven verlassen, welche, nachdem sie eine Zeit frei schwimmen, später auf dem Boden sich festsetzen und in eine geschlechtsreife Form sich verwandeln. In der Entwicklung der Salpen und *Pyrosomen* treffen wir keine geschwänzten Larven an, wohl aber bei Doliolum, welches in dieser Beziehung besonders wichtig erscheint, und wie die Ascidien in Form einer geschwänzten Larve aus dem Ei kriecht. Aus den Untersuchungen von Keferstein und Ehlers[1]) ist bekannt, dass im Schwanze der Doliolumlarven ein Strang existirt, welcher, wenigstens nach den Abbildungen dieser beiden Forscher (Taf. X Fig. 5, 6, 7 u. 16 loc. cit.), eine grosse Aehnlichkeit mit der sog. Chorda dorsalis der Ascidienlarven hat. Nach der Beschreibung der genannten Gelehrten besteht dieser Strang aus hinter einander liegenden Fächern ... und ist contractil durch sternförmige Muskelzellen, von welchen in jedem Fach eine liegt (loc. cit. p. 66). Da die Abhandlung von Keferstein und Ehlers noch zu der Zeit erschienen ist, als man sehr wenig die Chorda dorsalis der Ascidienlarven kannte, und da andererseits die Fächer des Doliolumschwanzes mit den darin liegenden »sternförmigen Muskelzellen« sehr viele Aehnlichkeit mit den Zellen der Chorda zeigen, so wären die erneuerten Untersuchungen desselben Gegenstandes vom hervorgehobenen Standpuncte sehr wünschenswerth. Sie könnten uns die höchst wichtigen Verwandtschaftsverhältnisse der Doliolumlarven mit denen der Ascidien aufklären. Jedenfalls als festgestellt müssen wir annehmen, dass der Schwanz der Doliolumlarven ein Larven- resp. provisorisches Organ darstellt, dessen Existenz beweist, dass wir in dem geschwänzten Stadium des Doliolum eine Larvenform vor uns haben, und dass Doliolum viel näher den Ascidien steht, als die übrigen Salpen, welche ein geschwänztes Larvenstadium entbehren.

Bevor der Schwanz bei der Doliolumlarve verschwindet, bildet sich am hinteren Ende der Larve der Keimstock, welcher bekanntlich zweierlei Knospen bringt. Von diesem Zeitpuncte an stellt schon die Larve nicht einen einfachen Jugendzustand des Doliolum dar, sondern spielt im Entwicklungscyclus dieses Thiers die Rolle einer Amme, indem sie eine ungeschlechtliche Generation repräsentirt, welche auf ungeschlechtlichem Wege die geschlechtliche Generation zu produciren im Stande ist. Denken wir noch, dass die Larvenform des Doliolum

1) Zoologische Beiträge p. 66—68.

ihre Fähigkeit die Geschlechtsknospen zu produciren verloren habe und dennoch sich weiter metamorphosirt, so wird uns die ganze Entwicklung des Doliolum nicht als Generationswechsel, sondern als einfache Metamorphose erscheinen. Ist aber die Larve im Stande, die Knospen zu erzeugen, so erscheint sie uns als Amme und die ganze Entwicklung erhält den Character des Generationswechsels. Diese Thatsachen können nur zum Beweis für die schon von STEENSTRUP, SARS, LOVEN und LEUCKART ausgesprochene Annahme dienen, dass »der Generationswechsel uns als eine Metamorphose erscheint, die über verschiedene Generationen vertheilt ist« (s. LEUCKART Art. Zeugung in WAGNER's Handwörterb. der Physiologie Bd. IV. p. 983).

LEUCKART hat hervorgehoben, dass die Salpen zu der Gruppe der durch Generationswechsel sich entwickelnden Thiere gehören, bei welcher die Ammen als ausgebildete Individuen zu betrachten sind (Zeugung p. 981). Die frühzeitige Entwicklung des Keimstocks, die Entstehung desselben noch zu der Zeit, in welcher die Larve ihre Larvenorgane (wie z. B. den Schwanz des Doliolum) besitzt, gestattet uns nicht, die LEUCKART'sche Meinung zu adoptiren. Die Entwicklung des Doliolum steht ohne Zweifel mit der Meinung von LEUCKART im Widerspruche, da die Ammengeneration dieses Thieres, wie es eben gezeigt ist, dem Larvenzustande entspricht. Es ist aber leicht einzusehen, dass die Entwicklung der echten Salpen ebenfalls mit der Meinung LEUCKART's nicht übereinstimmt. Zu der Zeit, in welcher die Salpen ihren Keimstock zu treiben beginnen, besitzen sie ebenfalls ein provisorisches Organ, welches auf den Larvenzustand dieser Formen hinweist. Dieses provisorische Organ ist das Elaeoblast.

In meiner ersten Arbeit über die Entwicklung der Salpen [1]) habe ich die Meinung ausgesprochen, dass das Elaeoblast seinem Bau und seiner Bildungsstelle nach der Chorda dorsalis der Ascidienlarven homolog ist. Ich muss gestehen, dass diese Meinung noch eine Bestätigung erfordert, und dass die Entscheidung der Frage über die Homologie des Elaeoblastes von unseren Kenntnissen der Entwicklungsgeschichte des Doliolum abhängt. Nach dem aber, was wir aus den schönen Beschreibungen und Abbildungen von KEFERSTEIN und EHLERS (loc. cit.) und von GEGENBAUR [2]) wissen, kann man schon die Vermuthung aussprechen, dass die Doliolumlarve eine Uebergangsform zwischen den Ascidienlarven und einigen Entwicklungsstadien der Salpen darstellt. Solche Vermuthung stützt sich auf die Entwicklung einiger

1) Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. XXVII.
2) Zeitschr. für wiss. Zoologie Bd. VII.

wichtiger Organe: des Nervensystems und der Chorda dorsalis. Das Nervensystem der Doliolumlarven hat eine Form, welche jener bei Salpenembryonen vorkommenden sehr ähnlich ist; es besteht aus einem Ganglion, welches nach vorn in den Nasenfortsatz übergeht, nach hinten aber keine Fortsetzung besitzt, welche für ein bei den Ascidienlarven auftretendes Rückenmark gehalten werden könnte. Die Entwicklung der Chorda, — wenn man bei den Doliolumlarven für eine solche den Zellenstrang des Schwanzes annehmen dürfte, — stellt eine Mittelform zwischen der Chorda der Ascidienlarven und dem Elaeoblast der Salpen dar. Sie ist im hinteren Theile des Körpers, im Schwanze — genau so wie bei den Ascidienlarven — gelagert, hat aber über sich kein Rückenmarksrohr; bei den Salpen treffen wir bekanntlich auch kein Rückenmarksrohr oberhalb des Elaeoblastes an. Denken wir uns, dass der Schwanz der Doliolumlarve sich verkürzt, die Zellen seiner Chorda sich zusammenhäufen und in mehreren Schichten sich lagern, so werden wir aus der Chorda ein Organ hervorgehen sehen, welches eine Aehnlichkeit mit dem Elaeoblast besitzen wird. Diese Verkürzung geschieht in der That beim Verschwinden des Schwanzes und es wäre sehr wichtig die dabei auftretenden Veränderungen der Chorda genauer zu untersuchen.

Indem ich die genauere Erforschung der Homologie des Elaeoblastes und der Chorda weiteren Untersuchungen überlasse will ich hier bemerken, dass das Elaeoblast keineswegs als eine blosse Ansammlung des Nahrungsmaterials betrachtet werden kann. Dies könnte durch die Ernährungsverhältnisse der Salpenknospen bewiesen werden; in den Knospen der Salpen bildet sich bekanntlich ebenfalls das Elaeoblast, welches oft Stoloblast genannt wurde. Die Bedingungen der Entwickelung und der Ernährung der Salpenknospen (Kettensalpen am Keimstocke) erfordern aber keinen besonderen Nahrungsvorrath. Die Knospen bekommen ihr Nahrungsmaterial aus dem Blute der Mutter, welches in den Blutsinusen fortwährend circulirt. Wir müssen deswegen annehmen, dass das Elaeoblast ein morphologisch wichtigeres Organ, als die Ansammlung des Nahrungsmaterials darstellt, und da es nur in dem Jugendzustand der Salpen auftritt und später verschwindet, so können wir es mit vollem Recht für ein provisorisches Organ halten. Ist diese Annahme richtig, so bietet die Salpenamme resp. die solitäre Salpe die Verhältnisse dar, welche denen der Doliolumamme sehr ähnlich sind; sie treibt den Keimstock ebenfalls noch in dem Entwickelungsstadium, welches dem Larvenzustande des Doliolum entspricht; später unterliegt sie einer Metamorphose, welche in der Bildung verschiedener Fortsätze, in der Veränderung der allgemeinen

Form, in dem Verluste der provisorischen Organe (des Elaeoblasts) etc. besteht und endlich mit der Ausbildung der definitiven Form abschliesst.

Fassen wir nun alle hier betrachtete Thatsachen zusammen, so müssen wir zu dem Schluss kommen, dass die Ammengeneration der Salpen der Larvenform anderer Tunicaten entspricht, und mehr oder weniger modificirt von dem primitiven Typus der Larve entfernt ist.

Die Entwicklung der Tunicaten ist für das Verständniss der allgemeinen Erscheinungen des Generationswechsels von besonderer Wichtigkeit, da wir 1. hier die verschiedenen Entwicklungsstadien resp. Larvenformen bei ihrer Ausbildung und Verwandlung in die Amme treffen und 2. da wir neben den durch Metagenesis sich entwickelten Arten andere finden, bei denen die Entwickelung nur in der Metamorphose besteht. Deswegen tritt die Beziehung der Metagenesis zur Metamorphose bei den Tunicaten viel deutlicher hervor als bei anderen Thieren, und man kann kaum zweifeln, dass die genauere Erkenntniss der Entwicklung einiger Repräsentanten dieser Thiergruppe für die Erklärung der Metagenesis im Allgemeinen fruchtbare Ergebnisse bringen wird.

Kasan, November 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII.

Alle Figuren betreffen die Salpa democratica.

Ao Auswurfsöffnung;	*H* hodenbildende Schicht;
Eo Einfuhröffnung;	*H'* Hoden;
N Nervenganglion;	*Vd* Vorderdarm;
K Kieme;	*M* Magen;
End Endostyl;	*Hd* Hinterdarm;
D Darm;	*El* Elaeoblast;
Hz Herz;	*Cm* Cellulosenmantel;
Ah Athemhöhle;	*Ei* Ei.

Fig. 1. Dorsalansicht einer 0,44''' langen Kettensalpe.

Fig. 2. Profilansicht derselben Salpe.

Fig. 3. Hinteres Ende einer 0,9''' langen Kettensalpe.

Fig. 4. Querschnitt durch das hintere Ende derselben Kettensalpe.

Fig. 5. Querschnitt durch das hintere Ende einer etwas älteren Salpe als in der vorhergehenden Figur.

Fig. 6. Querschnitt durch das hintere Ende einer 6''' langen Salpe.

Zur Methodik der Zoologie.

Von

Dr. P. Kramer
in Schleusingen.

Die Verschiedenheit der Formen auch ganz nahe verwandter Thiere ist eine Erscheinung, welche, ob sie sich gleich bei jedem Blick in die belebte Natur sofort aufdrängt, dennoch der Erklärung fast am wenigsten zugänglich geworden ist. Die Selectionstheorie glaubt durch Zuhülfenahme ungemessener Zeiträume, innerhalb welcher die das Leben der Geschöpfe regelnden Gesetze wirken, derselben Herr geworden zu sein. Man darf sich aber dennoch nicht verhehlen, dass gerade die Annahme jener nach Hunderttausenden von Jahren gemessenen Zeiträume einen nur um so dichteren Schleier über den ganzen Vorgang, den sie erklären soll, wirft. Man macht es sich dabei nicht im Einzelnen klar, wie durch fortgesetzte Abänderung nach gewissen Richtungen unter Hinzunahme der Absterbebedingungen eine ganze Reihe von Zwischenformen vom Erdboden verschwinden könne. Es muss daher von ganz besonderer Wichtigkeit sein, eine Methode der Forschung heranzuziehen, durch welche man in den Stand gesetzt wird, sich über die einzelnen Schritte, welche der Abänderungsprocess durchmacht, mehr als es sonst möglich war, Rechenschaft zu geben. Diese Methode ist die mathematische. Die neuere Zoologie hat den folgereichen Schritt gethan, dass sie überall auf die Anzahl der vorhandenen Thiere einer gewissen Art ihr Augenmerk richtet. Damit ist sie in den Bereich der Mathematik eingetreten. Sie hat andrerseits die Regeln aufzudecken begonnen, nach welchen sich die Anzahl der vorhandenen Individuen ändert. Damit hat sie der Rechnung die Werkzeuge in die Hand gegeben, mit welchen die Erscheinungen selber behandelt werden können. Sterben und Geborenwerden wird durch die Zahl beherrscht. Das Abändern geschieht so, dass eine verhältnissmässige Anzahl der vorhan-

denen Individuen einer bestehenden Thierform davon ergriffen wird. Ueberall begegnet man also Zahlgrössen, welche, wenn sie vielleicht auch für die einzelnen bestimmten Fälle noch der wirklichen exacten Auswerthung unzugänglich sind, doch zu allgemeinen Ausdrücken zusammengefügt werden können. Hat so die mathematische Methode ihre vollgültige Berechtigung in der zoologischen Wissenschaft, so bringt sie auch in dieses Gebiet des Wissens, wie überall, wo man sich ihrer bedient, das grösste Maass von Klarheit, dessen die Beweisführung nur irgend fähig ist. Es darf nun nicht mehr nur in allgemeinen Urtheilen gesprochen werden, weil sich herausstellt, dass mit jeder bestimmten Annahme auch das Resultat, welches erreicht wird, anders fällt. Es muss vielmehr bestimmt ausgeführt werden, in welchem Maasse eine Thierform von der Abänderung ihrer Organe ergriffen gedacht wird; ob die Variabilität der Nachkommen in gleichem Maasse wie die der Aeltern sich abstuft oder nicht, und ähnliches mehr. Wird dieses Alles gehörig bedacht, so lehrt diese Methode im Einzelnen die Nachkommen einer gewissen Thierform nach ihrer Gestalt in Zahlengruppen zerlegen und beobachten, in welchem Verhältniss die Anzahlen der Individuen in den einzelnen Gruppen zu einander stehen. Sie vermag zwar nicht zu sagen, dass der historische Process der Umwandlung der Urform in neue Formen so gewesen ist, wie sie sich denselben denkt, aber sie ist im Stande, die Richtigkeit der Principien, mit denen man heute arbeitet, zu bestätigen, wenn sie in der Natur vorkommende Erscheinungen im Einklange findet mit den Resultaten, welche mit logischer Nothwendigkeit aus der fortgesetzten und Schritt für Schritt wiederholten Anwendung jener Principien in einem gedachten Entwicklungsprocess sich ergeben.

Es gilt an einem Beispiele diese Methode darzustellen. Ich nehme das thatsächliche Material dazu aus der Gruppe der Acariden. Es giebt kaum eine andere Abtheilung der Arthropoden, welche einen so ruinenhaften Eindruck macht. Die unendlich zahlreichen Gestalten dieser Thiere sind durch die allerschroffsten Klüfte von einander getrennt, so, dass man hier mehr als sonst die Frage aufwerfen muss: wo sind denn nur die Zwischenformen? Schon die ganze Anordnung des Tracheensystems ist von einer Mannigfaltigkeit, wie man es in keiner andern Abtheilung der Gliederfüssler vorfindet. Dazu kommt die Verschiedenartigkeit der Mundformationen und anderes, kurz, es ist ein Gebiet so recht geschaffen für die erklärende Thätigkeit der Naturforscher. Soll nun ein bestimmtes Beispiel gewählt werden, so kommt es dabei durchaus nicht auf die Eigenthümlichkeit des Objects in dem Sinne an, dass es eine besonders bizarre Form wäre, welche man herausgreifen müsste.

Im Gegentheil sind es gerade die geringfügigsten Unterschiede, wenn sie nur constant auftreten, welche der Erklärung am meisten spotten. An eigenthümlichen Formen wie an geringfügigen Unterschieden ist die Gruppe der Acariden überreich. Die so unendlich verschiedenen Leibesanhänge bei den Männchen der Gattung Dermaleichus; die so merkwürdige und in der ganzen Acaridenclasse einzig dastehende Saugnapfbildung des Männchens von Dermaleichus ampelidis; die beiden so nahe verwandten Gattungen Tetranychus und Bryobia, von denen die letztere als einzige unter allen Milben bewegliche hörnchenförmige Tracheenöffnungen besitzt; die Gattungen Atax und Nesaea oder die letztere im Vergleich zu Oxus, überhaupt die ganze Gruppe der allerdings nun aufgelösten Hydrachniden; die so zahlreichen Formen der Kopfrandfigur bei den Arten der Gattung Gamasus, welche das sicherste Kennzeichen für specielle Unterscheidungen sind und doch nur als Variationen eines höchst einfachen Grundschemas erscheinen, und viele andere Fälle bieten ein interessantes und reichhaltiges Material zu einer Betrachtung, welche es unternimmt, nach den für gültig gehaltenen Regeln neue Formen aus bereits vorhandenen theoretisch sich entwickeln zu lassen.

Für die nachfolgende Betrachtung nehme ich die Gattung Glyciphagus als Beispiel. Man kennt von ihr seit den schönen Beobachtungen von Robin und Fumouze eine erhebliche Anzahl Arten. Sämmtliche Arten sind von einer neuen, welche ich zu beobachten Gelegenheit fand, dadurch verschieden, dass das männliche Geschlecht in der Behaarung nicht wesentlich von dem weiblichen Geschlecht abweicht. Jene andere Art, welcher ich vorläufig den Namen Glyciphagus ornatus gebe, besitzt im männlichen Geschlecht am ersten und zweiten Fusspaar je eine sehr zierliche, starke, kammförmig gefiederte Borste, welche in ihrer Gestalt gänzlich von den übrigen Borsten des Leibes verschieden ist. Wie haben hier an zwei Fusspaaren so characteristische Borsten entstehen können? Es existirt keine Spur von Uebergängen etwa zwischen Formen, die diesen Character, der auf die Lebensverrichtungen völlig ohne Einfluss ist, nur erst in der Anlage und solchen, die ihn in der Ausbildung besitzen.

Von demselben Interesse wie die Ausbildung dieses geschlechtlichen Unterscheidungscharacters muss, wenn man die verschiedenen Arten mit einander vergleicht, die Entwicklung der blattförmigen Haare von Glyciphagus palmifer Rob. und der gefiederten von Gl. plumiger Rob. im Gegensatz zu den einfach kurz beborsteten aller andern Glyciphagen sein.

Wollte man endlich ein Organ betrachten, welches, wie es scheint,

nur der Gattung Glyciphagus eigen ist im Gegensatz zu den nächstverwandten Tyroglyphus und Rhizoglyphus, so ist es die merkwürdige Stigmaöffnung, welche mir bei Glyciphagus ornatus zu beobachten gelang. Man bemerkt hier hinter der Basis der Hüfte des ersten Fusspaares eine längliche, von oben nach unten verlaufende Oeffnung, über welche, wie zum Schutze, ein äusserst zierliches, an der Spitze gabelförmig verzweigtes und mit zahlreichen ebenfalls gabelförmig gespaltenen Fiederborsten und mit breitem nach oben schnell verschmälertem Stamm versehenes Haar sich neigt. Wir finden auch hier wieder ein complicirtes Organ völlig fertig, ohne dass bei verschiedenen Individuen dasselbe einen wesentlich verschiedenen Grad von Ausbildung erreicht hätte.

Sämmtliche so eben beschriebenen Erscheinungen fordern, wie alle ähnlichen, in zahlloser Menge sich bietenden, wie von selbst zur Erklärung auf.

Möge der Versuch gemacht werden auf die Gefahr hin einen negativen Erfolg verzeichnen zu müssen.

Man nehme an, es existire ein Glyciphagus, der als Stammform zu Glyciphagus ornatus anzusehen ist. *a* Individuen davon sind in einem hinreichend grossen Gebiet, für welches auch das ganze Verbreitungsgebiet der Thierform gedacht werden kann, vorhanden. Es werde die weitere Annahme gemacht, dass Männchen und Weibchen gleich zahlreich seien, eine Annahme, die jeden Augenblick zu Gunsten der Männchen oder der Weibchen abgeändert werden kann. Die Glyciphagen sind sämmtlich völlig blind, auch sind die drei mittleren Glieder der Vorderfüsse mit Borsten derart besetzt, dass es den Thieren, wenn sie einander nahe kommen, nicht leicht wird, die Haut des anderen dort mit den eigenen Füssen zu betasten. Es wird somit die Ausbildung der eigenthümlichen Haarborsten nicht von der Wahl der Weibchen abhängen können. Da weiter sämmtlichen anderen Arten von Glyciphagus diese Borsten fehlen, so kann es nicht in der Richtung, die die Entwicklung der männlichen Glyciphagen nimmt, liegen, dass hier nothwendiger Weise Kammborsten entwickelt werden.

Wir können also von den noch vorhandenen Gründen keinen andern auffinden, der die Ausbildung solcher Borsten nach sich zöge, als dass hier eine in bestimmter Richtung vor sich gehende Variirung spontan ohne weiter erkennbare äussere Veranlassung auftritt, welche lediglich den Vererbungsregeln folgt.

Es ist undenkbar und allen Erfahrungen zuwider, dass in einem bestimmten Zeitpunct, wo diese Variirung zum ersten Mal in einem beliebig geringfügigen Grade sich geltend macht, sämmtliche Indivi-

duen davon ergriffen sein werden. Vielmehr wenn $\frac{a}{2}$ Männchen vorhanden waren, werden es nur $\frac{n'}{n}$ davon sein, welche diese Variirung an sich erfuhren. So giebt es also $\frac{n'}{n} \cdot \frac{a}{2}$ veränderte Männchen und $\frac{n-n'}{n} \cdot \frac{a}{2}$ unveränderte. Will man sorgfältiger zu Werke gehen, so denke man sich die $\frac{a}{2}$ Männchen in m verschiedene der Anzahl der Mitglieder nach gleich zahlreiche Gruppen zerlegt, und jede in verschieden starkem Maasse geändert. Man wird alsdann den natürlichen Verhältnissen näher kommen, doch lasse ich um des mir zugemessenen Raumes willen die erstere Annahme gelten. Jene Männchen hinterlassen junge Thiere, deren Anzahl für jedes Pärchen r betragen möge, wobei r die Anzahl der von den Weibchen erzeugten Keime bedeuten mag. Von den so angelegten $\frac{n'}{n} \cdot \frac{a}{2} \cdot r$ und $\frac{n-n'}{n} \cdot \frac{a}{2} \cdot r$ jungen Individuen kommt der allergeringste Theil zur vollen Reife, $\frac{t'}{t}$ davon mögen, sei es als Eier oder als heranwachsende Thiere untergehen, so dass nur $\frac{t-t'}{t}$ davon übrig bleiben. $\frac{t-t'}{t}$ möge der Restcoefficient heissen, wogegen r den Vervielfältigungscoefficienten darstellt. Es werden demnach von den $\frac{n'}{n} \cdot \frac{a}{2}$ Männchen der Anfangsepoche $\frac{n'}{n} \cdot \frac{a}{2} \cdot r \cdot \frac{t-t'}{t}$ junge Thiere und von den andern $\frac{n-n'}{n} \cdot \frac{a}{2}$ Männchen $\frac{n-n'}{n} \cdot \frac{a}{2} \cdot r \cdot \frac{t-t'}{t}$ junge Thiere abstammen, von denen jedesmal die Hälfte Männchen sind. Alle mögen die Eigenthümlichkeiten ihres Vaters ererbt haben, also erstens die bereits erworbenen Formabweichungen und auch die abstracte Möglichkeit weiter zu variiren. Soll sich die Anzahl der vorhandenen Thiere im Wesentlichen nicht ändern, so wird der Restcoefficient sehr klein sein müssen, wenn der Vervielfältigungscoefficient gross ist. Diese Anforderung ist für jeden einzelnen bestimmten Fall durch die Allgemeinheit der Ausdrücke r und $\frac{t'}{t}$, welcher letztere Bruch der Abnahmecoefficient heissen soll, leicht zu erfüllen, so dass die bestimmten Zahlen eines jeden bestimmten Vorkommens nur in die allgemeinen Ausdrücke eingesetzt zu werden brauchen.

Ich fahre in der Entwicklung der allgemeinen Gedanken weiter fort. Es wird sich von neuem eine Variirung bei den Jungen im Laufe ihrer Entwicklung einstellen, und da kein Grund abzusehen ist, warum gerade diejenigen Individuen absterben sollten, bei welchen die Umwandlung der in Rede stehenden Haarborste noch nicht begonnen hat,

so wird sich das Paar von Gruppen in neue Gruppen von Individuen zerlegen. Man hat andrerseits geltend gemacht, dass Variation nach bestimmter Richtung hin allmälig zur Unfruchtbarkeit führt, so dass diejenigen Geschöpfe, welche in der betreffenden Richtung hin abändern, allmälig vom Erdboden verschwanden. So sehr dieser Gedanke auch zum Nachdenken auffordert, so wenig kann er doch in unserer Betrachtung weiter verfolgt werden, da ja gerade die neue Form der Borste die noch heute bestehende ist, und auch wohl ein so geringfügiges Organ kaum die Existenz der Geschöpfe, die es führen, in Frage stellen kann. So würden denn, wenn demnach die ursprünglichen zwei Gruppen von jungen Thieren je wieder in zwei neue Gruppen zerfallen, vier Gruppen von Individuen zweiter Ordnung auftreten. Ich will sie mit II, a; II, b; II, c; II, d bezeichnen. Man hat dann

$$\text{II}, a = \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \cdot \frac{r\,(t-t')}{2\,t}; \quad \text{II}, b = \frac{a}{2} \cdot \frac{n'(n-n')}{n^2} \cdot \frac{r\,(t-t')}{2\,t}$$

$$\text{II}, c = \frac{a}{2} \cdot \frac{n'(n-n')}{n^2} \cdot \frac{r\,(t-t')}{2\,t}; \quad \text{II}, d = \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{n-n'}{n}\right)^2 \cdot \frac{r\,(t-t')}{2\,t}.$$

Die Individuen in diesen vier Gruppen zeigen nur drei verschiedene Grade von Variirungen. Die Mitglieder von II, a sind zweimal in der bestimmten Richtung vorgeschritten, die von II, b, da sie von veränderten Männchen abstammten, selbst aber unverändert geblieben sind, sind nur einen Schritt in der bestimmten Richtung vorwärts gegangen; die von II, c, da sie von unveränderten Männchen stammten aber selbst abänderten, sind ebenfalls einen Schritt fortgegangen; die von II, d sind als unveränderte Nachkommen unveränderter Männchen anzusehen, gleichen also den ursprünglichen Männchen.

Es sei wieder II, a + II, b + II, c + II, $d = \frac{a}{2}$, so stellt sich hier das eigenthümliche Resultat dar, dass sich zwischen den Zahlen r, t und t' eine Gleichung von folgender höchst einfacher Form findet, $r\,(t-t') = 2\,t$. Nimmt man nun an, wie man es wohl muss, wie man es wenigstens kann, dass die Formänderungen, welche während einer einzigen Entwicklungsperiode erzielt werden, nur äusserst geringe sind, so kann man mit grosser Annäherung an die Wahrheit in der ganzen Menge von vorhandenen Individuen, wie es ja auch geschehen ist, eine Zweitheilung vornehmen und die eine Hälfte als verändert, die andere Hälfte als unverändert gelten lassen, indem alle Thiere, welche unter dem arithmetischen Mittel aller Veränderungsgrössen in der Variirung zurückgeblieben sind, als unverändert, alle die dieses Mittel überschritten haben, als verändert gelten. In solchem Falle lassen sich aus obiger Gleichung, welche drei Unbekannte enthält, von denen aber eine,

nämlich r, der Beobachtung zugänglich ist, für eine bestimmte Art, deren Vervielfältigungscoefficient bekannt geworden ist, nach bekannter Methode die Zahlen t' und t berechnen, was dann wiederum zu Vergleichungen mit der Erfahrung über das Absterben und Ueberleben führen muss. Wie eine Vergleichung obiger vier Gruppenzahlen ergiebt, sind II, b und II, c von gleichem Werth. Die Individuen beider Gruppen sind aber auch gleich stark verändert. Es finden sich also in Wirklichkeit nur 3 verschiedene Formen vor. Nenne ich nun die Anzahl der Männchen in der ersten Gruppe (II, 1), die in der zweiten Gruppe und in der dritten Gruppe (II, 2), die in der vierten Gruppe (II, 3) so hat man als Gesammtzahl aller vorhandenen Männchen (II, 1) + 2 (II, 2) + (II, 3), ein Ausdruck, der bereits den gesetzmässigen Character trägt, der für alle ähnliche Ausdrücke sich ergiebt. Frägt es sich, welche von den Gruppenzahlen die grössere ist, so ergiebt sich sofort, dass wenn $\frac{n'}{n}$ kleiner als $\frac{1}{2}$ ist, (II, 1) kleiner als (II, 2) und dieser kleiner als (II, 3) ist, wogegen, wenn $\frac{n'}{n}$ grösser ist als $\frac{1}{2}$, (II, 1) grösser ist als (II, 2) und dieses grösser als (II, 3).

Es ist nun ersichtlich, dass durch Eintritt in die dritte Entwicklungsperiode jede der vier Gruppen der Individuen zweiter Ordnung in zwei Gruppen von Individuen dritter Ordnung auseinander gehen wird. Die Gruppe (II, 1) zerfällt in eine Gruppe mit dreifacher und in eine mit zweifacher Abänderungsgrösse; jede der Gruppen (II, 2) zerfällt in eine mit zweifacher und eine mit einfacher Abänderungsgrösse und die Gruppe (II, 3) zerfällt in eine Gruppe mit einfacher und mit gar keiner Abänderungsgrösse. So findet sich also eine vierfache Abänderung vor, und zwar mit drei, mit zwei Schritten, mit einem und mit gar keinem Schritte vorwärts in der bestimmt angenommenen Richtung. Die erste ist nur einmal entstanden, jede der beiden folgenden ist dreimal entstanden, die letzte ist nur einmal entstanden, man erhält also einen Ausdruck wie folgenden (III, 1) + 3 · (III, 2) + 3 (III, 3) + (III, 4) und zwar ist (III, 1) $= \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{n'}{n}\right)^3 \cdot \left(\frac{r(t-t')}{2t}\right)^2$;

(III, 2) $= \frac{a}{2} \cdot \frac{n'^2(n-n')}{n^3} \cdot \left(\frac{r(t-t')}{2t}\right)^2$; (III, 3) $= \frac{a}{2} \cdot \frac{n'(n-n')^2}{n^3} \cdot \left(\frac{r(t-t')}{2t}\right)^2$;

(III, 4) $= \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{n-n'}{n}\right)^3 \cdot \left(\frac{r(t-t')}{2t}\right)^2$.

Es wiederholen sich nun alle Schlüsse von vorhin. Auch jetzt ist (III, 1) kleiner als (III, 2), dieses kleiner als (III, 3), dieses kleiner als (III, 4), wenn $\frac{n'}{n}$ kleiner als $\frac{1}{2}$ und umgekehrt grösser wenn $\frac{n'}{n}$ grösser als $\frac{1}{2}$ ist. Es wird auch so bleiben, wenn die Entwicklungsperioden sich häufen.

Wenn nach Millionen von Jahren wieder beobachtet wird, so wird sich zeigen müssen, dass die am weitesten abgeänderte Form am wenigsten zahlreich ist, wenn $\frac{n'}{n}$ kleiner als $\frac{1}{2}$, und dass durch die unabsehbare Reihe von Formengruppen immer die weniger abgeänderte die zahlreichere ist. Ebenso, dass die Zahlenverhältnisse sich umgekehrt verhalten, wenn $\frac{n'}{n}$ grösser als $\frac{1}{2}$ ist. Zugleich ist ersichtlich, dass mit der zunehmenden Zahl von Entwicklungsperioden die Anzahl der vorhandenen Gruppen von weniger oder mehr abgeänderten Geschöpfen wächst. Sind x Generationen abgelaufen und ist keine Störung eingetreten, so haben sich die Individuen x. Ordnung in $x+1$ Gruppen zerlegt, von denen die erste x Schritte in der durch die Variation angedeuteten Richtung zurückgelegt hat. Es hat sich bei ihr ein Organ entwickelt, von dem die letzte Gruppe noch keine Spur aufweist und zwischen beiden liegt die Unzahl derjenigen Geschöpfe, welche dieses Organ in allen möglichen Stufen der Ausbildung darbieten. Begegnet man nun in Wirklichkeit solchen Erscheinungen? Es bleibt wohl nur die eine Antwort, dass dem nicht so ist. So stehen wir also vor folgendem Dilemma: Entweder man behält die Variations- und Vererbungsregeln, wie sie bisher verstanden wurden, bei und dann entsprechen die Erscheinungen in der Thierwelt nicht dem, was sich aus der logischen Entwicklung des Inhaltes jener Regeln ergiebt; oder man hält es mit den Erscheinungen, und dann reichen jene Regeln mindestens allein nicht aus.

Ich wende mich zu dem letzten der drei am Anfange dieses Aufsatzes erwähnten Beispiele. Es handelt sich da um die Entwicklung der über dem Luftloch angebrachten Schutzborste. Hier wird im Gegensatz gegen den so eben besprochenen Fall die Idee der natürlichen Züchtung Platz greifen, welche auch in der logischen Gedankenentwicklung im Einzelnen berücksichtigt werden muss. Man wird dem Gedanken Raum geben müssen, dass da, wo der Schutz am vollkommensten ist, auch die Sicherheit für das Leben am grössten sein muss. Es werde vorausgesetzt, dass über jener Luftöffnung eine einfache Borste gestanden habe und dass durch irgend welche Richtung des Organisationsprocesses eine Fiederung desselben beginnt; nicht plötzlich, sondern allmälig; dass endlich der Stamm der Borste sich theilt, so dass die gefiederte Fläche an Breite gewinnt, bis die vollendete Schutzborste in ihrer eigenthümlichen Form vor unsern Augen steht.

Um diese Entwicklung genauer ins Auge zu fassen, sei wieder angenommen, dass einst a Individuen zur Fortpflanzung gelangten,

wodurch $\frac{a}{2}$ Pärchen bedingt sind Der Vervielfältigungscoefficient sei r und der bisherige Absterbecoefficient sei $\frac{t'}{t}$ gewesen. Es sei nun, damit die Berechnung sich in einigermassen bestimmten Grenzen bewege, angenommen, dass die gesammte Menge der gezeugten jungen Thiere, deren Anzahl also $r \cdot \frac{a}{2}$ beträgt, in fünf Classen zerfalle, welche unter sich gleich zahlreich seien, aber fünf verschiedene Variabilitätszustände repräsentiren sollen, so zwar, dass die erste $\frac{4}{4}$ Schritt in der bestimmten Veränderungsrichtung fortgeschritten sei — wobei über die Grösse des Schrittes die Ansichten sehr verschieden sein dürfen; während die zweite nur $\frac{3}{4}$, die dritte $\frac{2}{4}$, die vierte $\frac{1}{4}$ und die fünfte $\frac{0}{4}$ Schritt in derselben Richtung zurücklegte. Zugleich mit dieser Verschiedenheit der Abänderungsgrösse sei eine Verschiedenheit des Abnahmecoefficienten verbunden, indem angenommen wird, dass nur die am meisten abgeänderten Individuen die bisher vorhandene Grösse dieses Coefficienten zugetheilt bekommen, während der Abnahmecoefficient der übrigen Gruppen zunimmt und zwar sei, wenn man $\frac{t'}{t}$ durch $\frac{t'}{t}\left(1 + 0 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$ ausdrückt, der Abnahmecoefficient der zweiten Gruppe $\frac{t'}{t}\left(1 + 1 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der dritten $\frac{t'}{t}\left(1 + 2 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der vierten $\frac{t'}{t}\left(1 + 3 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der fünften $\frac{t'}{t}\left(1 + 4 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$. In Folge dessen ist der Restcoefficient der ersten Gruppe $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 0 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der zweiten $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 1 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der dritten $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 2 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$; der der vierten $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 3 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$ und der der fünften $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 4 \cdot \frac{\varrho'}{\varrho}\right)$. Diese Restcoefficienten mögen zur Abkürzung mit c_0, c_1, c_2, c_3, c_4 bezeichnet werden. Von reifen Individuen zweiter Ordnung sind dann fünf Gruppen vorhanden, welche sämmtlich an Individuenzahl verschieden sind und zwar ist, wenn die frühere Bezeichnung wieder herangezogen wird:

$$(\mathrm{II}, 1) = \frac{ar}{2 \cdot 5} \cdot c_0; \quad (\mathrm{II}, 2) = \frac{ar}{2 \cdot 5} \cdot c_1; \quad (\mathrm{II}, 3) = \frac{ar}{2 \cdot 5} \cdot c_2;$$

$$(\mathrm{II}, 4) = \frac{ar}{2 \cdot 5} \cdot c_3; \quad (\mathrm{II}, 4) = \frac{ar}{2 \cdot 5} \cdot c_4.$$

Für die weitere Entwicklung sind folgende Gesichtspuncte massgebend:

Wie bereits vorhin angenommen wurde, möge auch fernerhin von den Individuen dritter und höherer Ordnung dasjenige aus irgend einer Gruppe von Eltern, welches am weitesten in der individuellen

Abänderung fortgeschritten ist, den Restcoefficienten der Eltern in Anspruch nehmen, während bei allen übrigen derselbe verhältnissmässig kleiner wird. Die weiterhin auftretenden Restcoefficienten erhalten dabei die Form c_5, c_6 u. s. f.

Es werden also aus der Gruppe (II, 1) fünf neue hervorgehen. mit $\frac{4}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{0}{4}$ neuen Abänderungsfortschritten, so dass hieraus sich Individuen entwickeln, welche an sich bereits im Ganzen $\frac{8}{4}$, $\frac{7}{4}$, $\frac{6}{4}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{4}$ Schritte in der Abänderungsrichtung zeigen. Nur die erste behält den Restcoefficient c_0, die anderen bekommen der Reihe nach c_1, c_2, c_3, c_4.

Die Gruppe (II, 2) liefert fünf Gruppen von Nachkommen, deren erste den Restcoefficient c_1 behält, als die am weitesten fortgeschrittene, während die anderen die Coefficienten c_2, c_3, c_4, c_5 verlangen.

Wird hiernach die Masse der Individuen dritter Ordnung überschlagen, so findet man im Ganzen neun Abtheilungen nach den Maasszahlen der Fortschritte in der Abänderungsrichtung beurtheilt, nämlich von $\frac{8}{4}$ bis $\frac{0}{4}$ solcher Schritte herab. Wird die Anzahl der zu jeder Gruppe gehörigen Individuen aufgesucht, so erhält man folgende Zahlausdrücke:

$$(III, 1) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 c_0\, c_0; \quad (III, 2) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_0\, c_1 + c_1\, c_1);$$

$$(III, 3) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_0\, c_2 + c_1\, c_2 + c_2\, c_2);$$

$$(III, 4) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_0\, c_3 + c_1\, c_3 + c_2\, c_3 + c_3\, c_3);$$

$$(III, 5) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_0\, c_4 + c_1\, c_4 + c_2\, c_4 + c_3\, c_4 + c_4\, c_4);$$

$$(III, 6) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_1\, c_5 + c_2\, c_5 + c_3\, c_5 + c_4\, c_5);$$

$$(III. 7) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_2\, c_6 + c_3\, c_6 + c_4\, c_6);$$

$$(III, 8) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 (c_3\, c_7 + c_4\, c_7);$$

$$(III, 9) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 c_4\, c_8.$$

Wird das Verhältniss der Grösse dieser Zahlen zu einander gesucht, so findet sich folgendes: (III, 2) ist grösser als (III, 1). Wird nämlich mit (III, 1) in (III, 2) dividirt, so erhält man einen Ausdruck von der Gestalt $2 - \frac{3\,t'\,\varrho'}{(t-t')\,\varrho} + \frac{(t'\,\varrho')^2}{(t-t')^2\,\varrho^2}$. Hierin ist, da t' stets kleiner als t, ϱ' dagegen bedeutend kleiner als ϱ gedacht werden muss, das zweite Glied niemals gleich 1. Dass ϱ eine sehr grosse Zahl sein muss, ergiebt sich daraus, dass die Aenderung des Abnahmecoefficienten doch nur eine ganz besonders allmälige sein kann. Ausserdem muss bedacht werden, dass, wenn t' eine grosse, von t nicht sehr verschiedene Zahl ist, ϱ erst

recht eine sehr grosse Zahl sein muss, wenn man nicht annehmen will, dass nach wenigen Generationen alle weniger veränderten Individuen aussterben. Soll sich aber die Zahl der Individuen nicht wesentlich ändern, d. h. soll sie nicht schnell abnehmen, so wird man dies nicht annehmen können.

Doch wird ein bestimmtes Beispiel dies besser erläutern. Man denke sich, dass von 1000 angelegten Keimen immer nur ein einziger zur vollen Reifeentwicklung gelange, so ist $\frac{t'}{t} = \frac{999}{1000}$, also $t - t' = 1$. Nimmt man nun noch an, dass nach tausend Generationen ein Aussterben der am wenigsten abgeänderten Nachkommen eintritt, so wird man den für dieselben gültigen Restcoefficienten gleich Null setzen müssen. Es ist also nach dem Obigen $1 - \frac{t'}{t}\left(1 + 4000\,\frac{\varrho'}{\varrho}\right) = 0$. Hieraus ergiebt sich $\frac{\varrho'}{\varrho} = \frac{1}{3996000}$. Demnach ist klar, dass in diesem Falle (III, 2) grösser sein muss als (III, 1). Um für die weiteren Zahlen eine schnellere Vergleichungsrechnung zu erhalten, nehme man (III, 3) zu klein, nämlich gleich $a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 \cdot 3\,c_2\,c_2$, indem statt $c_0\,c_2 + c_1\,c_2 + c_2\,c_2$ das kleinere $c_2\,c_2 + c_2\,c_2 + c_2\,c_2$ gesetzt wird; ebenso nehme man (III, 2) zu gross, nämlich gleich $a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^2 2\,c_0\,c_0$, indem statt $c_0\,c_1 + c_1\,c_1$ das grössere $c_0\,c_0 + c_0\,c_0$ gedacht wird. Werden nun die Zahlen unter der Annahme, dass $\frac{t'}{t} = \frac{999}{1000}$ und $\frac{\varrho'}{\varrho} = \frac{1}{3996000}$ ist, mit einander verglichen, so stellt sich dennoch (III, 3) als die grössere Zahl heraus, sie wird also um so mehr grösser als (III, 2) sein, wenn die eigentlichen Werthe der betreffenden Zahlen mit einander verglichen werden. Fährt man mit diesen Erwägungen fort, so stellt sich (III, 4) grösser als (III.3), (III, 5) grösser als (III, 4) heraus. Von (III, 6) nehmen die Zahlen wieder ab, aber (III, 7) ist noch bedeutend grösser als (III, 1), ebenso ist (III, 8) noch grösser als (III, 1), und erst (III, 9) ist kleiner als (III, 1).

Wird noch die Gruppe der Individuen vierter Ordnung gebildet, so stellt sich heraus, dass nun bereits 13 Abtheilungen von verschiedener Abänderungsgrösse vorhanden sind. Die Maasszahlen für die in jeder Abtheilung vorhandenen Individuenmenge sind folgende:

$$(IV, 1) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^3 c_0\,c_0\,c_0;$$

$$(IV, 2) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^3 (c_0\,c_0\,c_1 + c_0\,c_1\,c_1 + c_1\,c_1\,c_1);$$

$$(IV, 3) = a\left(\frac{r}{2 \cdot 5}\right)^3 (c_0\,c_0\,c_2 + c_0\,c_1\,c_2 + c_1\,c_1\,c_2 + c_0\,c_2\,c_2 + c_1\,c_2\,c_2 + c_2\,c_2\,c_2);$$

u. s. f. Die Zahl der Summanden in der Klammer ist für (IV, 4) 10, für (IV, 5) 15, für (IV, 6) 18, für (IV, 7) 19, für (IV, 8) 18, worauf sich die Zahlenreihe in umgekehrter Ordnung wiederholt.

Werden auf diese neuen Zahlen die obigen Schlüsse wieder angewendet, so stellt sich heraus, dass (IV, 2) grösser ist als (IV, 1) und zwar fast dreimal u. s. f. Nun lasse man die Zahl der Generationen bis 1000 steigen, so sind bereits 4001 verschiedene Abtheilungen unter den Individuen tausendster Ordnung nach Massgabe der Abänderung zu machen, und sämmtliche von den 5^{999} Gruppen, die sich allmälig durch immer wiederholte Spaltung früherer Gruppen in fünf neue bildeten, und deren Restcoefficient nicht Null geworden ist, was erst mit c_{4000} eintreten soll, werden durch lebende Individuen vertreten sein. Man sieht, in was für ein Chaos von Formen sich die abändernde Art auflöst, ein Chaos, in welchem das abändernde Organ in allen möglichen Stufen der Ausbildung auftritt. Noch mehr in Einzelheiten hierüber einzugehen, liegt ja allerdings nahe, möge aber hier unterbleiben. So viel steht bereits durch das Gegebene fest, dass die blosse natürliche Züchtung zur Erklärung der Thatsachen in dem vorausgesetzten Falle nicht ausreicht. Es kommt daher darauf an, entweder noch andere Bedingungen der Abnahme auszudenken, oder sich zu gestehen, dass überhaupt die natürliche Züchtung allein — und dies wird für viele Naturerscheinungen heutzutage angenommen — nicht ausreicht, die Erscheinung der scharf und selbständig ausgebildeten Organe zu erklären.

Ueber die Fortpflanzungsorgane einiger ectoparasitischer mariner Trematoden.

Von

Carl Vogt.

Mit Tafel XIV—XVI.

Die nachfolgenden Untersuchungen sind einer grösseren monographischen Arbeit entnommen, der ich mich während der Sommer- und Herbstferien der Jahre 1875 und 1876 in Roscoff unterzogen habe, und bei welcher ich mich der steten Hülfe meines Freundes H. DE LACAZE-DUTHIERS, des Directors des dortigen Laboratoriums für experimentale Zoologie erfreuen konnte.

Da unser verehrter Jubilar VON SIEBOLD der Erste war, welcher über die Bedeutung einzelner Theile des so verwickelten Geschlechtsapparates der hier behandelten Thiere und ihrer Verwandten ein helles Licht verbreitete, so schien mir der Gegenstand besonders geeignet für einen Beitrag, welchen zu vervollständigen die Umstände mir bis jetzt nicht gestatteten.

1. Phyllonella[1]) soleae van Beneden und Hesse.

(Recherches sur les Bdellodes (Hirudinées) et les Trématodes marins. — Mémoires de l'Académie de Bruxelles. Tome XXXIV. p. 70. Taf. 5. Fig. 1—8.)

Taf. XIV, Fig. 1; Taf. XV, Fig. 1—4.

Die Generationsorgane befinden sich in den vorderen zwei Dritttheilen des blattförmigen Körpers. Man sieht schon mit der Loupe die

1) Ich nenne das Thier nur deshalb so, weil es in der citirten Abhandlung so genannt ist, zu welcher man bei zoologischen Bestimmungen stets zurückgreifen wird. Die Gattung Phyllonella unterscheidet sich so wenig von Epibdella, dass ich mich frage, ob verschiedene Arten, die man diesen beiden Gattungen zugetheilt hat, nicht Varietäten einer Art sind, und Epibdella (Blainville) ist synonym mit dem älteren OKEN'schen sehr characteristischen Namen Phylline.

beiden am weitesten nach hinten gelegenen, in der Mitte zusammenstossenden Hoden wie einen queren, durchsichtigen Brillenfleck, etwas weiter nach vorn den eben so durchsichtigen Keimstock und vorn am Kopfe, randlich in der Höhe der Augen auf der linken Seite die Genitalöffnung, die mit einem breiten Canale von gelblicher Farbe in Verbindung steht.

Weibliche Organe. Der Keimstock (*Kt*, Taf. XV, Fig. 1, 2, 3) findet sich genau in der Mitte des Körpers. Er bildet einen querovalen, von sehr zarten Faserschichten eingehüllten Sack, welcher strotzend mit rundlichen Keimen erfüllt ist, die aus einem inneren und einem äusseren, das innere umschliessende Bläschen bestehen. Gegen die Peripherie, besonders nach der rechten Seite hin, sind diese Keime am kleinsten und werden grösser nach vorn und rechts zu. Auf der Rückenseite wird der Sack durch allmälige Verengerung zu einem in sich zusammengewundenen Schlauche, der sich schliesslich in einen zarten ebenfalls gewundenen, sehr contractilen, engeren Canal fortsetzt, durch welchen nur je ein Keim hindurchpassiren kann. In Fig. 3 Taf. XV habe ich bei starker Vergrösserung diesen Canal, den Keimgang (*Kg*) dargestellt, in welchen eben ein Keim eintritt, der durch den Druck eiförmig erscheint. Der Keimgang machte im Augenblicke der Beobachtung, langsame peristaltische Bewegungen, in Folge deren man auch der Länge nach verlaufende Faserzüge und gewundene Längsfalten gewahrte.

Die letzten Windungen des Keimganges legen sich an den Dottersack an und hier öffnet sich der Keimgang in das gemeinschaftliche Reservoir oder Ootyp, das sehr zarthäutig ist. Die Oeffnung (*Sch*, Fig. 3) zeigt eine scharf umschriebene Contour, von kurzen, strahlig angeordneten Faserzügen umgeben; auch glaube ich an dem Rande derselben, wenn auch nicht sehr deutlich, Flimmerbewegung gesehen zu haben. Jedenfalls aber zeigt die Oeffnung von Zeit zu Zeit zuckende Zusammenziehungen, die ich nur mit Schluckbewegungen vergleichen kann; es sieht aus als sollte durch dieselben der Keim durch den Keimgang herangezogen werden. Ich nenne deshalb auch diese Oeffnung, deren Thätigkeit bei anderen von mir beobachteten Trematoden noch viel deutlicher hervortritt, die Schlucköffnung (*Schl*).

Von dieser Oeffnung setzt sich ein weiter, sehr zarthäutiger Canal fort, der eine scharfe Biegung, der Schlinge des Samenleiters entsprechend, nach rechts macht, sich über dieser Schlinge wieder der Mittellinie nähert und hier der Oeffnung des Uterus gegenüber scheinbar endet. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, dass hier ein Zusammenhang zwischen diesem Eigange (*c*, Fig. 3) und der Uterus-

Oeffnung (*b*, Fig. 3) existirt, der vielleicht nur durch die lebhaften inneren Contractionen des unter dem Compressorium festgehaltenen Thieres abgerissen war.

Der Uterus (*Ut*, Taf. XV, Fig. 1, 2), dem ich diesen, wohl nicht ganz gerechtfertigten Namen belasse, ist im leeren Zustande ein querovaler, nach rechts hin etwas zugespitzter Körper mit äusserst dicken, gelb erscheinenden Wänden. Es sieht aus, als wäre er aus Bernstein geschnitzt; die in ihm befindlichen Canäle und Höhlungen werfen starke Schatten. Seine Wände erscheinen durchaus homogen, sind aber sehr bedeutender Ausdehnung fähig. Ich habe mich vergebens bemüht, in der Substanz Fasern oder sonst eine bemerkbare Structur zu sehen. Er scheint sich auszudehnen, wie ein Kautschukbeutel; wenn er, wie Taf. XV, Fig. 3 darstellt, mit Eiern erfüllt ist, so lässt sich auch bei stärkeren Vergrösserungen keine deutliche Doppelcontour der Wände entdecken.

Die Oeffnung, durch welche der Uterus mit dem Eigange communicirt, zeigt sich in der Mittellinie, nahe dem hintern rechten Ende in Gestalt eines kurzen, mit strahlenden Falten umgebenen Flaschenhalses (Taf. XV, Fig. 3) und führt nach innen mittelst eines kurzen Aufsatzes in die korkzieherartig gewundene Höhlung, die sich in der Mitte erweitert, um die Eier aufzunehmen. Die Höhlung, die besonders nach links hin, an dem stumpferen Pole des Uterus sich bedeutend erweitert, setzt sich dann enger werdend, in den Scheidencanal (*Vag*, Taf. XV, Fig. 1) fort, der sehr dicke, ebenfalls gelbliche Wände von derselben Beschaffenheit hat, wie die Wände des Uterus, im Inneren seines Lumens zahlreiche Querfalten zeigt und sich schliesslich mit dem Ausführungsgange der Samenkapsel (*Bg*, Fig. 1) zusammen, an dem linken Kopfrande kaum hervorstehend, als Cloake (*Cl*, Taf. XV, Fig. 1) nach aussen öffnet.

Die Dotterstöcke, welche in den anatomischen Zeichnungen überall, mit Ausnahme ihrer Ausführungsgänge, weggelassen wurden, verbreiten sich, auf das zierlichste verzweigt, durch den ganzen Körper mit Ausnahme des vorderen Kopfendes und der hinteren Saugscheibe. Sie beginnen mit kolbigen feinen Endästchen an der Peripherie des blattartigen Körpers, so dass nur ein schmaler heller Randsaum unbesetzt bleibt, und sammeln sich, nach vielfachen Anastomosen unter sich und in der Mittellinie schliesslich in zwei Hauptzüge, welche den Geschlechtsapparat nach aussen umziehen und zuletzt in zwei grosse, kurze Querstämme übergehen, die in der Mitte des Körpers von links und rechts her, in einen querliegenden Sack einmünden, welcher den Raum zwischen dem Keimstocke nach hinten und dem Uterus nach vorn ein-

nimmt und mehr nach der Bauchseite zu liegt. In den Aestchen und blinden Enden der Dotterstöcke sehe ich nur eine formlose mit dunklen Körnchen überfüllte Masse, in welcher helle, gleich Fetttröpfchen scharf contourirte Kernchen hervorleuchten; in den grösseren Dottergängen (*Dg*, Taf. XV, Fig. 1 und 2) haben sich diese Massen differenzirt, kuglig um die Kernchen geballt und bilden so wahre Zellen; in dem sackförmigen Reservoir dagegen lassen sich die Zellenwände nicht so deutlich unterscheiden; es findet sich dort von Neuem formlose Masse.

Der Dottersack (*Ds*, Fig. 1, 2) steht nach rechts hin mit dem sehr zarthäutigen Reservoir, dem Ootyp, in Communication, in welches der Keimgang und, wie sogleich berichtet werden wird, auch der Samenblasengang einmündet. Es wird hier sein wie bei andern Trematoden; die Dotterzellen treten in das Ootyp, umhüllen dort die von Zeit zu Zeit eintretenden Eikeime und die befruchtenden Samenthiere und werden dann durch den Eigang gewissermassen in den Uterus gespieen, in welchem die definitiven Eier von der Schale umgeben werden. Ich habe bei andern Trematoden, wie auch andere Beobachter vor mir, den ganzen Vorgang deutlich verfolgen können, während ich bei Phyllonella zufällig nicht Zeuge war.

Die Eischalen werden in dem Uterus gebildet, in dessen Wänden ich ebensowenig als in der Nähe, drüsige Gebilde sehen konnte, welche die Secretion der Eischale hätten vermitteln können. Zuweilen findet man in dem Uterus leere, abnorm gebildete Eischalen, die auch noch einige Reste von Dotterkörnchen enthalten; ich habe ein solches Windei Fig. 1 Taf. XIV abgebildet. Sonst aber sieht man deutlich, wie die anfangs noch rundlichen Eier durch eine zuerst schwach gelblich gefärbte Eischale umgeben werden (Taf. XV, Fig. 2), welche zusehends dicker wird, dabei eine dunkel braunrothe Farbe und die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide mit etwas abgerundeten Ecken annimmt, von deren einer Spitze ein langer horniger Faden ausgeht, mit welchem sich das gelegte Ei an einer Schuppe der Seezunge festhängt. Dieser Fadenstiel ist anfangs nur kurz, dehnt sich aber bei längerer Ausbildung stets mehr aus; die ihm entgegenstehende Seite der Pyramide ist ein Deckel. Die grosse Undurchsichtigkeit und Dicke der Eischale verhindert, selbst bei ziemlich starkem Drucke, den im Centrum des Ei's zwischen den Dotterkugeln liegenden Keim zu sehen, den ich so, wie ihn Ed. van Beneden bei anderen Trematoden nachgewiesen hat, auch hier bei jungen Eiern, aber erst bei Anwendung eines sehr starken Druckes gesehen habe.

Männliche Organe. Die Hoden (*t*, Fig. 1) liegen, wie schon

bemerkt, im Beginne des hinteren Körperdrittheils, in der Mittellinie zusammenstossend. Es sind zwei querovale Körper, deutlich von je einer speciellen feinen Hülle und noch von einer gemeinschaftlichen derberen Faserhülle umgeben. Gewöhnlich sieht man in ihnen nur grosse, helle, unregelmässige Zellen mit inneren Körnchen, die sich um einen kleinen Kern anhäufen und denselben verdecken. Einige Male sah ich Samenfäden in diesen Zellen. Die Hoden liegen der Rückenfläche näher und von jedem derselben geht ein gerader, dickwandiger Samengang ab, der eine directe Fortsetzung der Hülle zu sein scheint. Der Samengang des linken Hoden geht fast gerade nach vorn, der des rechten schlägt sich schief nach links, streift hart an dem Keimstocke her und vereinigt sich hier mit demjenigen des linken Hoden. Der so entstehende gemeinschaftliche Samengang (*Sg*, Fig. 1—4) schlägt sich fast unmittelbar nach der Vereinigung über den linken Dotterstamm ganz auf dessen Rückseite hinüber und läuft nun, leicht gebogen nach rechts an dem Rande des Dottersackes hin, überschreitet das gemeinschaftliche Reservoir des Ootyps und legt sich an die vordere Samenblase an. Hier bildet er nun eine scharfe Schlinge, deren Convexität nach rechts gewendet ist und längs dem unteren Rande des Uterus läuft er, sanft gebogen, nach links und vorn bis zu der Gegend, wo der Hals des Uterus in den Scheidencanal einbiegt. Hier bildet er einen mehr oder minder verwickelten Knoten (Fig. 1 und 2 *Sg*) den man schon mit der Loupe deutlich wahrnimmt und schlägt sich dann mit brüsker Wendung nach rechts über die Rückenfläche hinüber zu der Samenkapsel (*Sk*, Taf. XV, Fig. 1, 2, 4), welche den Raum zwischen dem Uterus nach hinten und dem Schlundkopfe nach vorn einnimmt.

Der Samengang ist seiner ganzen Länge nach sehr leicht zu verfolgen. Ich habe ihn im August und Anfang September, wo ich meine Beobachtungen anstellte, fast immer strotzend mit langen, fadenförmigen, schlängelnden Samenthieren angefüllt gefunden, von dem unmittelbaren Ursprunge aus dem Hoden an bis in die Samenkapsel hinein. Auch diese ist meist strotzend mit Samenthierchen angefüllt, wechselt aber, je nach ihrer Anfüllung, bedeutend ihre Gestalt.

Gewöhnlich stellt sich die Samenkapsel (*Sk*, Taf. XV, Fig. 1, 4) in Gestalt eines Eies dar, dessen stumpfes Ende nach rechts, das spitze nach links gewendet ist. In anderen Fällen habe ich sie auch in Form einer phrygischen Mütze gesehen (Taf. XV, Fig. 2) deren Zipfel nach vorn gerichtet war. Zwischen diesen beiden Formen finden sich alle möglichen Zwischengestalten.

Die Wand der Samenkapsel erscheint dick, durchsichtig und struc-

turlos, mit schwach gelblichem Anfluge; sie ist wohl aus derselben elastischen Substanz gebildet, wie der Uterus. Ausser dieser Substanzlage wird sie noch von einer feinen faserigen Hülle in einiger Entfernung umgeben, die sich bis zum Uterus fortsetzt.

Der Samengang tritt, nachdem er über die Rückenfläche des Uterus sich herüber geschlagen hat, an dem hinteren Rande der Samenkapsel nahe dem linken, spitzeren Ende derselben ein.

Aus demselben hinteren Rande tritt, nahe dem rechten, stumpfen Ende der Kapsel, der Penis (*P*, Taf. XV, Fig. 1, 2, 4) hervor, läuft an dem hinteren Rande nach links, tritt unter der Einmündung des Samenganges auf der Bauchseite hervor und bildet hier eine nach vorn gerichtete Spitze mit einer Oeffnung, die in den Begattungsgang (*Bg*) ausmündet. Er ist in seinem ganzen Verlaufe von eben solchen Wänden gebildet, wie sie auch die Samenkapsel zeigt, so dass eine Art Scheide (*Ps*, Fig. 2) für ihn gebildet wird.

An diesem Puncte angelangt, muss ich gestehen, dass ich meiner Beobachtungen nicht ganz sicher bin. Ich habe die Verhältnisse in Fig. 2, Taf. XV so gezeichnet, wie ich sie einmal gesehen habe bei einem Individuum, dessen Uterus mit Eiern vollgepfropft war. Der eingehende Samengang und der ausgehende Penis waren strotzend mit Samenfäden angefüllt; letzterer aber nur bis gegen die nach vorn gerichtete Spitze hin. An dieser sah ich deutlich die gezeichnete Oeffnung (Fig. 2) und ausserdem schien es mir, dass von der Spitze aus Contouren ausgingen, als ob hier ein Canal nach dem Uterus sich zurückbeuge und in dessen Höhlung einmünde. Der noch kurze gekrümmte Stiel eines Eies reichte sogar, wie es schien, mit seinem Ende in diesen Theil des Canals hinein, der den Penis mit dem Uterus verbinden würde. Da aber dieser scheinbare Canal nicht mit Samenfäden erfüllt war und überhaupt die Canäle der Trematoden im Falle der Leere nur ausserordentlich schwer zur Anschauung zu bringen sind, so können die beobachteten Contouren auch nur der Ausdruck einer Zurückbiegung der Penisscheide sein und dies ist um so wahrscheinlicher, als ich bei anderen Individuen (Fig. 4) den Penis einfach in Form einer etwas gekrümmten Pipette mit feiner Spitze sah.

Wie dem auch sei, so setzt sich der Begattungsgang von der Kapsel aus nach links und vorn fort und vereinigt sich mit dem Scheidencanal in der Nähe der Geschlechtsöffnung.

Ich muss hier noch ein anderes, mir zweifelhaft gebliebenes Gebilde erwähnen, das ich die Penisdrüse (*Pd*, Fig. 1, 2, 4) nennen will. Man sieht fast immer zwischen der festen Samenkapsel und dem Uterus, besonders in der Nähe des stumpfen rechten Endes,

flockenartige Anhäufungen von Samenmasse, die in einer sehr feinen dehnbaren Hülle eingeschlossen sind, von welcher sich sehr durchsichtige Faserzüge gegen die Samenkapsel hin begeben. Sie sehen bald wie ein Extravasat, bald wie eine kolbenförmige geballte Drüse aus; da sie sich aber bei allen beobachteten Individuen in wechselnder Form gezeigt haben, so kann ich sie nicht für eine durch den Druck des Compressoriums ausgetretene Masse halten, obgleich ich auf der anderen Seite nicht bestimmt angeben kann, an welcher Stelle des hinteren Kapselrandes diese drüsenartigen Anhäufungen mit der Kapselhöhle in Verbindung treten. Einmal (Fig. 4) sah ich an der Uebergangsstelle des Samenganges in die Samenkapsel eine Erweiterung, in welche die Penisdrüse zu münden schien.

Durchaus unabhängig von dem hier beschriebenen, männlichen Apparate sind andere Gebilde, ebenfalls männlicher Natur, welche wir die Samenblasen nennen (*Sbl*, Taf. XV, Fig. 1, 2, 3). Ein einziges Mal (Fig. 2, Taf. XV) habe ich drei solcher Samenblasen gesehen, gewöhnlich finden sich nur zwei von fast gleicher Grösse und kugliger Gestalt. Sie liegen in einer zarten gemeinschaftlichen Faserhülle, die sie ausserdem noch sackförmig umschliesst und sind aus einer dichten festen Kapsel gebildet, welche ringsum geschlossen erscheint und beim Drucke bedeutenden Widerstand entgegensetzt. In ihrer Höhlung finden sich Samenfäden, wenn auch nicht in sehr grosser Menge, die in einer hellen Flüssigkeit schwimmen und von einem äusserst feinen Wimperepithelium umhergetrieben werden, so dass sie stets längs der Peripherie kreisen. Im Inneren finden sich meist einige hell glänzende Fetttröpfchen, körnige Protoplasmaklümpchen, die ebenfalls im Kreise drehen. Dieses rastlose Kreisen der langen Samenfäden längs der Peripherie, der Tröpfchen und Klümpchen im Centrum, gewährt unter dem Mikroskop ein schönes Schauspiel und hält Stundenlang an.

An der inneren Umhüllung dieser Blasen finden sich, jeder Samenblase gegenüber, trichterförmige Ausbuchtungen (Taf. XV, Fig. 3 *d*) welche mit ziemlich langen deutlichen Wimpern versehen sind, die aber nur zu gewissen Zeiten lebhaft schwingen. Nachdem ich diese Trichteröffnungen, deren Wimperbesatz sich noch an der Scheidewand zwischen den beiden Samenblasen hinzieht, deutlich gesehen und die Vereinigung der von beiden ausgehenden kurzen und weiten Stiele zu einem einzigen Canale, dem Samenblasengang (*Sbg*, Taf. XV, Fig. 3) verfolgt hatte, habe ich bei anderen Exemplaren vergeblich gesucht, dieselben zur Anschauung zu bringen.

Der vereinigte Samenblasengang ist ein weiter sehr zarthäutiger

Canal, der mit leicht *S*förmiger Biegung nach links und vorn geht, unter der rechten Schlinge des Samenleiters mit einer Biegung zurückläuft, unter der Biegung eine Erweiterung zeigt, an welcher feine Radialzüge sich ansetzen und dann mit dem Eigang zusammen an der Schlucköffnung einmündet. Sowohl in seiner Anfangsbiegung als in dem rücklaufenden Theile habe ich deutlich lange Samenfäden gesehen, die mit schwingenden Bewegungen vorwärts zu dringen suchten.

An der Schlucköffnung mündet noch ein drüsenförmiger Körper ein, ähnlich dem bei der Samenkapsel beschriebenen. Die Einmündung dieser Samenblasendrüse (*Sbld*, Fig. 3, Taf. XV) habe ich nicht deutlich sehen können; in dem hinteren, undeutlich blasigen Raume befanden sich Samenfäden. Auch diesen Körper habe ich nur selten sehen können; in den meisten Fällen habe ich vergebens danach gesucht.

Bevor ich diese Beschreibung verlasse, muss ich noch auf zwei Puncte aufmerksam machen.

Zuerst ist es hier, wie überhaupt bei den Trematoden, von äusserster Wichtigkeit, viele Exemplare zu untersuchen und viele Zeichnungen zu entwerfen. Die meisten Canäle und zarteren Organe sind nur dann sichtbar, wenn sie gerade in Function und mit Secreten oder anderen Körpern erfüllt sind. Im leeren Zustande sind sie in solcher Weise zusammengefallen, ihre Contouren dergestalt verwischt und durch die umliegenden Gewebstheile undeutlich gemacht, dass man sie weder in der Flächenansicht unter leichtem Drucke, noch auf Durchschnitten erkennen kann.

Zweitens veröden gewisse Theile indem sie, wie es scheint, verhornen. Ich habe die Samenblasen, den Uterus, und selbst den Samengang in der Nähe des Uterus von tief dunkelbrauner Farbe mit dicken, undurchsichtigen Wänden bei einzelnen Exemplaren gesehen und schreibe diesen Zustand dem Absterben und Veröden dieser Theile zu.

Wenn ich nun die in der Beschreibung gegebenen Daten zusammenfasse, um über ihre Function eine Ansicht zu gewinnen, so scheint mir folgende Auffassung die richtige.

Hoden, Samengang, Samenkapsel, Penis und was damit zusammenhängt, scheint mir nur zur Befruchtung eines anderen Individuums durch eine Begattung zu dienen, wobei der Penis wohl in den Scheidengang eingebracht wird. Eine innere Selbstbefruchtung kann wohl kaum angenommen werden. Meine Beobachtungen geben keinen Anhaltspunct dafür. Jedenfalls besteht, wie ich mich sicher überzeugt zu haben glaube, keine innere Verbindung, weder vor noch hinter dem

Uterus, zwischen den angegebenen männlichen Organen und den Eibereitenden Organen.

Wenn dies richtig ist, so müssen Samenblasen mit Ausführungsgang und drüsenartigem Organ Receptacula für denjenigen Samen sein, welchen ein anderes Individuum bei der Begattung in den Scheidencanal einspritzt. Dieser Same würde durch den Uterus in den Eigang, von diesem in das gemeinschaftliche Reservoir des Ootyps gelangen und durch die Schlucköffnung in den Samenblasengang, die Drüse und die Samenblasen getrieben werden, von wo er wieder in rückläufiger Bewegung in das Reservoir getrieben würde.

Der Keimstock liefert bei Phyllonella nur die primitiven Eikeime, bei welchen ich keine weitere Umhüllung durch protoplasmatische Dottersubstanz, sondern nur zwei ineinander geschachtelte Bläschen wahrnehmen konnte. Durch die Thätigkeit der Schlucköffnung werden sowohl diese Keime, als die Dotterzellen und die Samenfäden in das Ootyp getrieben, um sich dort zu verbinden und als hüllenloses Ei in den Uterus überzutreten, wo die Schale gebildet und somit das definitive entwicklungsfähige Ei hergestellt wird. Weil aber nur dieses, aus Eikeim und Dotterkugeln zusammengesetzte Ei entwicklungsfähig ist, habe ich auch unbeschadet der Ansicht, welche man über die Eikeime haben kann, dem Organe den Namen Keimstock erhalten. Es wird sich bei der Discussion der verschiedenen, aus diesem Organe hervorgehenden Eikeime ergeben, dass dieselben bei den einzelnen Arten in verschiedenem Ausbildungszustande in den Keimgang und von dort in das gemeinschaftliche Reservoir übertreten.

P. J. van Beneden hat in seinem »Mémoire sur les vers intestinaux« (Supplément aux Comptes-rendus Tome II. 1858 p. 24, Tab. II und III) eine Beschreibung der anatomischen Structur von Epibdella (Phylline) hypoglossi gegeben, aus welcher hervorgeht, dass dieselbe mit derjenigen von Phyllonella soleae fast identisch ist. Epibdella hat, wie Phyllonella, zwei kugelförmige, hinter dem Keimstocke gelegene Hoden; der Samengang zeigt bis in die Einzelheiten, denselben Verlauf mit Schlinge und Knoten; Samenkapsel und Penis sind in derselben Weise gebildet. Die Samendrüse ist schärfer begrenzt, die Samenblasendrüse (van Ben. Taf. III, Fig. 1 x) erscheint länger. Der Keimstock (Germigène van B's) zeigt sich in derselben Weise und nur in dem Verhalten des Keimganges, der Samenblasen und der Verbindungen mit dem Uterus zeigen sich einige, geringfügige Unterschiede. van Beneden findet bis zu fünf Samenblasen bei Epibdella — ich habe eben ange-

geben, dass ich bei Phyllonella einmal eine dritte sah und ich glaube, dass diese Organe ein sehr temporäres Bestehen haben und sich vielleicht nach Bedürfniss vervielfältigen können. Der Keimgang ist nach van B. sehr lang und gewunden; es scheint mir, als seien die verschiedenen Canäle aus den Samenblasen und von der Schlucköffnung zum Ootyp als Windungen eines einzigen Canales aufgefasst worden. Wenn diese Vermuthung richtig ist, was nur vergleichende Beobachtungen über beide Thiere entscheiden können, so geht daraus die fast absolute Identität der Structur der Geschlechtsorgane hervor.

2. Diplectanum aequans Diesing.

(van Beneden et Hesse l. c. p. 122 Fig. 9—22.)
Taf. XIV, Fig. 2; Taf. XV, Fig. 5; Taf. XVI, Fig. 1.

Hesse beobachtete im April Würmchen von nur einem halben Millimeter Länge an den äussersten Spitzen der Kiemenfransen des Bar (Labrax lupus). Ich habe im Juli und der ersten Woche August an demselben Orte Exemplare bis zu vier Millimeter Länge nicht selten angetroffen. Später waren keine mehr zu finden.

Die angeführten Figuren sind leider fast Carricaturen und die Beschreibung des Kopfes, der Haftorgane u. s. w. durchaus verfehlt, wie ich an einem anderen Orte auseinander setzen werde.

Indessen gebe ich die nachfolgende Beschreibung der Generationsorgane nur unter allem Vorbehalte. Trotz anhaltender Beschäftigung mit dem Gegenstande bei jeder Gelegenheit, die sich während einer Zeit von fünf Wochen etwa in Roscoff bot, bin ich über einige Verhältnisse noch gänzlich im Unklaren und ziehe deshalb auch vor, die Beschreibung in zwei Gruppen zu theilen, in diejenige der ausleitenden und die der keimbereitenden Organe. Es geschieht dies deshalb, weil ich, um es gleich zu Anfang zu sagen, über den Zusammenhang dieser beiden Gruppen nicht zu völliger Klarheit gelangen konnte.

Sogar über Rücken- und Bauchseite bin ich nicht ganz sicher. Ich nehme diejenige Fläche des platten und in seinem Kopftheile sehr durchsichtigen Würmchens, auf welcher die vier Augen deutlich gesehen werden, für die Rückenseite — wenn dies richtig ist, so befinden sich die vordern Geschlechtsöffnungen ebenfalls auf der Rückenseite, während die hintere nahe am linken Rande des Körpers im Anfange der hinteren Körperhälfte auf der Bauchseite mündet.

Gruppe der ausleitenden Organe. Unmittelbar hinter dem grossen drüsenreichen Schlundkopfe zeigt sich eine von dünnen Wänden umgebene, sehr contractile und meist geschlossene Oeffnung in

Gestalt einer mit abgerundeten Ecken versehenen Pfeilspitze, welche bei den Zusammenziehungen des Körpers sogar über den Pharynx hinübergeschoben werden kann. Ich nenne sie die Cloakenöffnung (*Cl*, Taf. XVI, Fig. 1). Sie führt in einen kurzen mit queren Falten- und Muskelfasern ausgestatteten canalartigen Raum, in welchen drei verschiedene Organe einmünden: am weitesten links der Begattungsgang, in der Mitte der Uterus und mehr nach rechts zu die Penistasche mit dem Penis.

Die Penistasche (*Pt*, Taf. XVI, Fig. 1) ist dickwandig und fast kugelförmig. Ihre dicken, aus feinen spiralig angeordneten Fasern bestehenden Wände krümmen sich vorn und hinten zu zwei Oeffnungen zusammen. An die vordere Oeffnung setzt sich ein kurzer, aus häutigen dünnen Wänden gebildeter Ansatz, der unmittelbar in den Cloakenraum sich fortsetzt. Die Höhle ist meistens leer; einige Male fand ich sie mit körniger, gelblich scheinender Masse angefüllt, welche den Körnermassen zu entsprechen scheint, um welche sich, wie ich später zeigen werde, die Samenthiere ballen.

Der Penis selbst (*P*, Taf. XVI, Fig. 1) besteht aus zwei dünnen, langen Hornfäden, welche vorn an den beiden Lippen der hinteren Taschenöffnung befestigt sind, und nach ihrem hinteren Ende hin sich mit einer halben Schraubenwindung um einander drehen. Das eine dieser gelblichen Stäbchen ist etwas länger als das andere und krümmt sich hakenförmig am Ende um. Beide liegen in einem dünnhäutigen Futteral, das in der Nähe der Tasche feine quere Muskelfasern gewahren lässt und an dem hinteren blinden Ende durch eine Art Haltband von feinen Fasern befestigt ist, die sich fast bis zu der später zu erwähnenden Schlucköffnung verfolgen lassen. In die Futteralscheide mündet eine rundliche, mit grossen wandständigen Zellen erfüllte Drüse, die Penisdrüse (*Pd*, Fig. 1) durch einen feinen, langen Ausführungsgang.

Der Penis hängt wie ein mit einem Handkorbe versehenes Rapier neben dem Uterus (*Ut*, Taf. XVI, Fig. 1) herab, dessen ganze Länge er besitzt. Dieser beginnt vorn mit einem engen, etwas gebogenen Canal, dem Eigange (*Eig*, Fig. 1), an dem Cloakenraume neben der Penisöffnung und erweitert sich immer mit dicken, aus Fasern in doppelten Spiralwindungen gebildeten, aber im ausgedehnten Zustande scheinbar structurlosen Wandungen versehen, in einen lang eiförmigen Behälter, den ich bei allen Exemplaren nur von einem einzigen Ei erfüllt fand, das man schon, eben so wie den Penis, deutlich mit der Loupe bei dem Thiere sehen kann. Nach hinten endet der Uterus mit abgerundeten Lippen (im Durchschnitt gesehen; in Wahrheit ist es eine

runde Oeffnung) in den Hals des Canales, der von der Samenkapsel ausgeht.

Das Ei (*E*, Taf. XVI, Fig. 1), welches stets in dem Uterus vorhanden war, ist länglich, nach hinten abgerundet und geht nach vorn in einen langen Hornfaden aus, welcher in dem Canale steckt, der zu dem Cloakenraume führt. Es ist aus zwei Halbschalen zusammengeschweisst und zeigt etwas näher dem vorderen Ende an der Verbindungsstelle einen breiten Quergürtel, der ein körnig rauhes Ansehen hat, während die sonstige Oberfläche des Ei's vollkommen glatt ist.

Am weitesten links von den Oeffnungen der Penistasche und des Eiganges beginnt an dem Cloakenraume der Begattungsgang (*Bg*, Taf. XVI, Fig. 1) in Gestalt eines schlauchförmigen Canals mit dicken, muskulösen, oft längs gefalteten Wänden, der sehr contractil ist und oft selbst während der Beobachtung seinen Platz wechselt, indem er über den Uterus hinübergleitet. In normaler Lage läuft er, leicht gebogen und merklich erweitert, längs des Uterus nach hinten, schlägt sich, gleichzeitig etwas enger werdend, in schiefer Richtung über die dorsale Fläche des Uterus nach innen und macht, an dem Ende der Penisscheide angelangt, eine lebhafte Knickung (Bg^1, Fig. 1), deren Convexität nach vorn schaut. Unmittelbar hinter dieser Knickung mündet der Samenblasen-Dottergang in den Canal ein. Von hier aus setzt sich der Begattungscanal weiter nach hinten fort (Bg^2, Fig. 1), immer mit denselben dicken muskulösen Wänden und mit leichten Serpentinwindungen die Mittellinie des Körpers einhaltend, bis zu der Stelle, wo er in die Begattungskeule (*Bk*) einmündet. Bevor ich zu dieser übergehe, muss ich diejenigen Organe nachholen, welche in die Knickungsstelle des Canals einmünden.

Hier findet sich zuerst eine dickhäutige, längliche, tief braun gefärbte Blase, die Samenkapsel (*Sk*, Taf. XV, Fig. 1), welche nach vorn einen gekrümmten Retortenhals aussendet, der unmittelbar unter der Knickungsstelle in den Begattungsgang einmündet. In dieser Blase habe ich stets nur körnige Massen gefunden; Contractilität scheint sie nicht zu besitzen. An der Umbiegungsstelle des Retortenhalses münden, unmittelbar neben einander, in denselben ein: das stumpfe Ende des Uterus mit seiner runden, dickwandigen Oeffnung, und von beiden Seiten her die Stämme der Dottergänge (*Dg*, Taf. XVI, Fig. 1).

Die Dotterstöcke, welche, um die Figur nicht zu verwirren, weggelassen wurden, breiten sich, wie gewöhnlich, in dem ganzen Körper aus, mit Ausnahme des Kopfes bis zur hinteren Grenze des Schlundkopfes und des hinteren, dem Anheftungsapparate genäherten Körpertheiles. In der Körpermitte, um die Geschlechtsorgane herum,

sind die Verzweigungen vorzugsweise nur auf der Bauchseite gelegen; vor und hinter denselben finden sich zwei Zonen, welche auf beiden Flächen die Verästelungen zeigen, die stets mit den gewöhnlichen, gegen die Stämme hin zu Zellen zusammengeballten körnigen Dottermassen erfüllt sind.

Der Retortenhals und die Knickungsstelle des Begattungsganges bilden also den Knotenpunct, das eigentliche Ootyp, in welchem, wie bei allen Trematoden, die verschiedenen Eitheile zusammentreten, um in den Uterus überzugehen, wo die Schale um das Ganze herumgebildet wird.

Gehen wir nun zu dem hinteren Ende des Begattungsganges über.

Schmäler werdend, mündet der Begattungsgang mit einer deutlichen Oeffnung in die Begattungskeule ein (*Bk*, Taf. XVI, Fig. 1).

Diese ist ein sehr seltsames Organ von schief nach vorn gerichteter Lage. Sie beginnt mit einer dicken, fast kugelförmigen Anschwellung, in deren Centrum sich die Oeffnung des Begattungsganges befindet und deren Massen von radial gestellten Muskelfasern gebildet werden, so dass dieser Theil täuschend einem Schlundkopfe ähnlich sieht. Die innere Höhle dieses schlundkopfähnlichen Theils, sowie des daraus hervorgehenden Canals ist mit einem deutlichen und lebhaften Flimmerepithelium ausgekleidet, das ich in dem Begattungsgange nicht bemerkt habe. Der cylindrische Canal, welcher schief nach vorn sich wendet und mit einer deutlichen Oeffnung nach aussen auf der Bauchseite mündet, ist sehr contractil, ändert durch seine Zusammenziehungen häufig seine Form und lässt in seinen dicken und festen Wandungen sowohl Längs- als Querfasern deutlich wahrnehmen.

Mit Ausnahme eines Falles, der später erwähnt werden soll, habe ich weder in dem ganzen Begattungscanale, noch in der Begattungskeule jemals einen geformten Inhalt gesehen.

Gruppe der keimbereitenden Organe.

Der Keimstock (*Kt*, Taf. XVI, Fig. 1) ist leicht auf der rechten Körperseite in dem Niveau der Begattungskeule zu finden. Er hat eine länglich flaschenförmige Gestalt und biegt an seinem vorderen, etwas weiteren Ende in den hakenartig gebogenen, dünnwandigen Keimgang um (*Kg*, Fig. 1). Dieser schnürt sich nach kurzem Verlaufe deutlich ein und endet dann in einen weiteren Raum, dessen vordere Grenzen ich deutlich erkennen konnte, während die hinteren mir durchaus unfindlich blieben. Die vordere Contour schwingt sich um und bildet dann einen nach vorn gerichteten Lippeneinschnitt, der mit einer spaltförmigen inneren Schlucköffnung (*Schl*, Taf. XVI, Fig. 1)

in Verbindung steht. An dieser hohlen Papille finden sich deutliche, nach hinten ausstrahlende, feinkörnige Muskelfasern. Man sieht diese Papille fast beständig in Bewegung, und ich kann diese Bewegungen nur mit Schluckbewegungen vergleichen. Sie wird vor- und rückwärts gezogen, die Lippen öffnen und schliessen, die innere Höhlung erweitert und verengt sich. Bei jeder Rückwärtsbewegung spannt sich zugleich ein feines, blasses Faserbündel an, welches von der Lippenöffnung zur Samenkapsel sich hinzieht. Jedesmal, wenn die Lippen zurückgezogen werden, zuckt auch die Samenkapsel nach rückwärts und der ganze Apparat, mit dem sie zusammenhängt, macht diese Zuckung mit.

Mehr habe ich nicht gesehen. Es ist mir nicht, wie bei andern Trematoden, gelungen, einen Keim auf der Wanderung zu sehen: der Weg, welchen ein solcher von dem Keimgange aus nehmen muss, wäre dann wohl klar geworden. Indessen sind wohl zwei Möglichkeiten vorhanden. Die blassen Faserzüge, die ich gesehen habe, können der Ausdruck eines sehr dünnhäutigen Canals sein, welcher von der Schlucköffnung zu der Samenkapsel und dem Ootyp führt, wo dann die Keime mit den Dotterzellen zusammenkämen. Es ist aber auch noch möglich, dass ein solcher Canal nicht existirt und dass die Keime von der Schlucköffnung aus in die in der Nähe liegende innere Oeffnung der Begattungskeule hinübergespieen werden, wenn ich mich so ausdrücken soll. Beobachtungen an andern Trematoden lassen mir diese letztere Annahme sogar als die wahrscheinlichere vorkommen. Das Parenchym zwischen den beiden Oeffnungen ist jedenfalls sehr weich und fast flüssig, so dass es einem solchen Vorgange keinen grossen Widerstand entgegensetzen würde. Wenn dieses Hinüberwerfen des Keimes wirklich stattfände, so wäre dann der Weg des Keimes durch den inneren Begattungsgang bis zu dem Knotenpuncte der ausleitenden Organe vorgezeichnet.

In den hinteren Theilen des Keimstockes bestehen die Keime aus den bekannten beiden ineinander geschachtelten Bläschen. Im vorderen Theile aber und im Halse des Keimganges finden sich Eier, deren Keimbläschen einen grossen, körnigen Keimfleck enthalten, welcher den Raum des Keimbläschens beinahe ausfüllt, so dass dann alle constituirenden Theile eines Eies, Keimfleck, Keimbläschen und Bildungsdotter vorhanden sind.

Die H o d e n (Taf. XVI, Fig. 1*t*) sind in Mehrzahl vorhanden und erfüllen in Gestalt gestielter Bläschen den Raum um die Samenkapsel und den Keimstock. Meist lassen sich, wie auch in der Figur wiedergegeben, zwei Gruppen derselben unterscheiden, eine vordere im Niveau

der Samenkapsel, eine hintere in demjenigen des Keimstockes. Nur in seltenen Fällen ist es mir gelungen, höchst zartwandige Ausführungsgänge dieser Bläschen zu sehen. Meist gelang es nur, diese Ausführungsgänge bis in geringe Entfernung von dem Bläschen selbst zu verfolgen; nur einmal sah ich von der Bauchseite aus zwei Gruppen von vorderen links und rechts von der Samenkapsel gelegenen Hodenbläschen, deren gerade Ausführungsgänge wie convergirende Bündel bis zu dem Knotenpuncte des Ootyp sichtbar waren, wo sie ohne Zweifel einmündeten. Die Ausführungsgänge der hinteren, um Keimstock und Begattungskeule gruppirten Hodenbläschen habe ich nie über diese hinaus verfolgen können, und die glücklichste Beobachtung in dieser Hinsicht ist die, wo ich den Sförmig gewundenen Ausführungsgang eines grossen Hodenbläschens, an dessen Hals ein kleineres ansass, über den Keimstock hinweg verfolgen konnte (Fig. 1). Jenseits des Keimstockes wurde der Ausführungsgang unsichtbar.

In der aus vielen Zeichnungen combinirten Sammelfigur Taf. XVI, Fig. 1, habe ich die sämmtlichen Beobachtungen über Hodenbläschen eingetragen, will aber hier ausdrücklich bemerken, dass ich niemals bei einem Individuum die hintere und vordere Gruppe zu gleicher Zeit sah. Dagegen wurden die in der Figur von 1—9 nummerirten Hodenblasen zu gleicher Zeit in demselben Individuum gesehen, und aus dem verschiedenen Verhalten derselben, sowie aus andern Beobachtungen, ergiebt sich nicht nur die Verödung, sondern die Ausstossung der Hodenblasen im Ganzen.

In der That enthielten die Bläschen 1, 4, 5, 8 fadenförmige Spermatozoen, die aber vollkommen bewegungslos in ihnen ruhten. Nummer 2 und 6 waren ausserordentlich blass; im Innern liess sich nur eine Art Nebel sehen, nicht einmal deutliche Körnchen. Nummer 7 enthielt grössere, etwas fettig glänzende Körperchen (Zellen?), die von Körnchenmasse umgeben waren, und in Nummer 8 liessen sich ausser den strahlig angeordneten Samenfäden auch noch einige dieser dunkel und scharf contourirten Körperchen sehen, welche in der Mitte einen dunkleren Sammelpunct bildeten. Alle die angeführten Bläschen hatten ausserordentlich dünne und feine Wände, so dass bei den stärksten Vergrösserungen, die ich anwenden konnte, keine doppelte Contour sichtbar war. Dagegen war die Umhüllung des kleinen Bläschens 3 sehr fest, hart und gelblich gefärbt, und das Bläschen 9, welches hart an der inneren Oeffnung der Begattungskeule lag und dieselbe sogar bei der Beobachtung anfangs zum Theil verdeckte, zeigte dicke Wände, welche eine tiefe Falte schlugen, hinter der ein runder körniger Körper sich zeigte.

Wenn diese Beobachtungen schon auf eine Ausstossung der mit dicker Hülle versehenen Hodenbläschen hinzudeuten schienen, so wurde diese durch andere Thatsachen zur Gewissheit.

Bei einem anderen Individuum stak mitten in dem Canale der Begattungskeule ein gelbliches, hartes Hodenbläschen. Nach mehrstündiger Beobachtung starb das Thier, ohne dass dasselbe weiter gekommen wäre.

Am ersten August 1876 hatte ich an einem Bar die letzten Würmchen gesammelt. Später konnte ich keines mehr finden. Als ich dieselben mit der Loupe betrachtete, während sie munter im Uhrglase umherkrochen, fiel mir ein Individuum auf, welches an der Stelle der Begattungskeule einen gelblichen, scharf umschriebenen Fleck zeigte. Als ich das Thier, ohne weiteren Druck anzuwenden, unter dem Mikroskop betrachtete, wurde die Hodenblase, denn es war nichts anderes, aus der Oeffnung hervorgestossen und blieb neben dem Thiere liegen. Sie war rund und trug einen ziemlich langen, etwas gewundenen, scharf contourirten Hals, an dem ein dunkler Körnchenhaufen hing, der sich zusehends durch Entleerung der Blase vergrösserte. Während der Zeit, die ich nöthig hatte, um eine stärkere Vergrösserung anzuschrauben, hatte sich die ganze Blase entleert und zeigte sich nun wie Taf. XV, Fig. 5 es angiebt. Die Blase (*t*) war zusammengefallen und hatte tiefe Querfalten geworfen. An dem Halse (*Sg*) hing noch der Körnchenhaufen (*b*), der weit grössere Dimensionen angenommen hatte und dicht mit fadenförmigen, lebhaft schwingenden Samenthierchen besetzt war. Neben demselben zeigte sich herausgedrungene Substanz (*a*) hell und durchsichtig wie Eiweiss, offenbar Quellsubstanz, die von der Elasticität der dicken, nun zusammengefallenen Wandungen unterstützt, zur Austreibung der Samenmasse gedient hatte. Die Samenthierchen lösten sich nach und nach von dem Körnchenhaufen los; die Körnchen selbst zertheilten sich in dem Wasser mit Brown'scher Molecularbewegung, und schliesslich blieb nur die zusammengefallene Hodenblase zurück. Nach der Ausstossung war die Begattungskeule ganz zusammengezogen und fast unkenntlich; auch die Samenkapsel war bei diesem Individuum, welches ein Ei im Uterus trug, ganz zusammengefallen und faltig; der Keimstock fast leer und kaum sichtbar, der Penis dagegen an seiner gewöhnlichen Stelle.

Nach dieser Beobachtung sind also die Hodenblasen zugleich Samenmaschinen, die nach ihrer Ausbildung von der Begattungskeule aufgenommen und ausgestossen werden.

Da ich keiner weiteren Würmer mehr habhaft werden konnte, obgleich jeder in Roscoff gefangene Bar untersucht wurde, so war es

nicht möglich, die Beobachtungen weiter fortzusetzen. Ich gebe sie hier wie sie gemacht wurden, obgleich ich offen gestehen muss, dass ich sie nicht recht zusammenzureimen weiss. Dient die Gruppe der vorderen Hodenbläschen, deren Stiele in den Knotenpunct einzumünden scheinen, zur inneren Befruchtung, die hintere zur äusseren, gegenseitigen? Letzteres muss wohl angenommen werden — dann weiss ich aber nicht, welche Rolle bei einer Begattung der Penis und der vordere Begattungsgang, der zu seiner Aufnahme bestimmt scheint, zu spielen hat, und wie der Same in die Penistasche gelangt? Die Entscheidung über diese Fragen muss ich späteren Beobachtungen oder Andern überlassen.

3. Dactycotyle pollachii.

(VAN BENEDEN et HESSE. — Recherches sur les Bdellodes et les Trématodes marins p. 110, Tab. XI, Fig. 23—30).
Taf. XV, Fig. 6 u. 7; Taf. XVI, Fig. 2 u. 3.

Die an dem angeführten Orte gegebene Abbildung des Thieres würde dasselbe kaum wieder erkennen lassen. In den Bulletins der Akademie von Brüssel hat indessen EDUARD VAN BENEDEN eine anatomische Studie nebst einer Tafel gegeben, welche die Form des Thieres, wenn auch im hinteren Theile etwas breit gequetscht, weit genauer und naturgetreuer wiedergiebt. (Bulletins Acad. Brux. 37me année 2me Serie. T. XXV. 1868, p. 22, Tab. I.) ED. VAN BENEDEN hat auch die Geschlechtsorgane einer genaueren Untersuchung gewürdigt; ich werde im Folgenden nur diejenigen Puncte näher besprechen, hinsichtlich deren ich nicht ganz mit ihm übereinstimme. Dass mir seine Darstellung nicht zur Hand war, als ich meine Beobachtungen in Roscoff anstellte, bedaure ich sehr: vielleicht hätte sich mehr Uebereinstimmung ergeben, wenn ich meine Resultate mit seinen Beschreibungen hätte vergleichen können. Indessen muss ich sagen, dass von allen marinen Trematoden, die mir unter die Hände gekommen sind, Dactycotyle vielleicht das schwierigste Object ist. Der blattförmige Vorderkörper ist trotz seiner geringen Dicke sehr undurchsichtig, während anderseits die Grösse des Thieres (6—8 Mm.) und die ausserordentliche Contractilität aller äusseren und inneren Organe einer andern Untersuchungsmethode, als mittelst Transparenz, die grössten Schwierigkeiten in den Weg legen. Canäle, welche nicht mit Producten erfüllt sind, lassen sich absolut nicht erkennen, und da man einen ziemlichen Druck anwenden muss, um die inneren Organe anschaulich zu machen, so liegt immer der Verdacht nahe, dass der vorgefundene Inhalt in Canäle gepresst worden sei, welche im normalen Zustande denselben nicht

enthalten. Ich habe versucht, Schnitte an Thieren zu machen, welche seit einem Jahre in Weingeist aufbewahrt und dann erhärtet worden waren; während die Saugnäpfe des Hinterkörpers mit ihren Stielen sich in dieser Weise sehr gut analysiren lassen, bieten die Durchschnitte des Vorderkörpers nur körnige, aufs Aeusserste zusammengedrängte Massen, aus denen ich, offen gesagt, nicht recht klug werden konnte.

Der Penis steckt, wie E. van Beneden richtig angiebt, in einer rundlichen Tasche, die unmittelbar hinter dem Schlundkopfe und dem Theilungspuncte der Darmschenkel gelegen ist, und besteht aus einem Muskelknopfe, in welchem zwölf kurze, dicke, an der nach vorn gewendeten Spitze etwas gebogene Haken mit breiterer Basis stecken. Dagegen sehe ich die Oeffnung dieser Tasche nicht an dem vorderen Ende der Tasche, sondern an dem hinteren Rande derselben, ehe sie in den Samengang übergeht. Ich glaube also, dass bei der Begattung sich der muskulöse Penis aus dieser Oeffnung herausstülpt und die Haken dann nach rückwärts gerichtet sind.

Den Samengang (*Sg*, Taf. XV, Fig. 7; Taf. XVI, Fig. 3) sehe ich, wie Ed. van Beneden, als einen weiten, wenig gewundenen, in der Mitte des Körpers über dem Eigang (*Eig*) nach hinten verlaufenden Canal, der meist mit Samenfäden strotzend angefüllt ist. So verfolgt man ihn leicht bis etwa zur Hälfte der Körperlänge, etwas vor dem ersten Paar der seitlich am Körper stehenden, grossen Saugnäpfe, wo auf der rechten Seite eine grosse, bald mehr rundliche, bald mehr eiförmige Samenkapsel (*Sk*, Taf. XVI, Fig. 2 u. 3) neben ihm liegt. Diese mündet mit einem kurzen Gange (Fig. 3 *Sbg*) in den Samengang ein. Ich habe öfter in diesem Verbindungscanal Samenfäden gesehen; in den meisten Fällen aber zeigten sich diese nur bis zu einer unbedeutenden Erweiterung des Samenganges vor dem Verbindungscanale und nicht weiter. Ed. van Beneden sagt nichts über die weitere Fortsetzung des Samenganges nach hinten, zeichnet aber in seiner Fig. 1 einen Canal neben der Samenkapsel, welcher sich in zwei Aeste theilt und dann verliert.

Ich habe diese Verzweigung des Samenganges nur einmal, dann aber auch mit voller Deutlichkeit so gesehen, wie ich sie Taf. XVI, Fig. 3 dargestellt habe. Der linke Ast (Sg^2) liess sich, da er mit Samenfäden erfüllt war, deutlich bis auf die linke Hälfte des Keimstockes und auf dieser eine ziemliche Strecke weiter verfolgen, dann aber hörte die Samenfüllung auf, und trotz aller Mühe war ich nicht im Stande, den Canal weiter nach hinten zu sehen. Ich vermuthe, dass dieser Zweig des Samenganges es ist, welcher die Ausführungs-

gänge der schon von Ed. van Beneden beschriebenen, in dem Körper vertheilten Hodenbläschen aufnimmt, in welchen ich übrigens niemals Samenfäden, sondern nur flüssigen Inhalt sah. Auch war es mir nicht möglich, irgend welche Ausführungsgänge dieser Hodenbläschen zur Anschauung zu bringen.

Der rechte Ast des Samenganges (Taf. XVI, Fig. 3 *Sg*[1]) schlug sich über den Keimgang hinüber auf den rechten Sack des Keimstockes, folgte diesem eine Strecke, bog dann im Winkel nach innen um, und liess sich auf dem Ootyp bis fast in die Nähe der Schlucköffnung mit vollkommener Deutlichkeit beobachten, da er bis dahin mit wimmelnden Samenfäden erfüllt war. Dieser Ast öffnet sich also unzweifelhaft in das Ootyp, und zwar an der Schlucköffnung selbst.

Ich wiederhole, dass ich dies Verhalten nur einmal, dann aber mit voller Deutlichkeit gesehen habe. Bei dem gezeichneten Individuum war übrigens der Dottergang, der sonst Alles verdeckt, an seinem Ende stark zusammengezogen um einen Eikeim, so dass die Theile zur Anschauung kommen konnten.

Die Dotterstöcke sind, wie Ed. van Beneden richtig angiebt, in dem ganzen Körper vertheilt, von der Penistasche bis zum hintersten Ende; nur der Kopf und die Stiele der Saugnäpfe sind frei davon. Sie erscheinen bei durchfallendem Licht fast schwarz und lassen sich deshalb leicht verfolgen, bilden zuerst zwei Hauptlängsstämme, welche den von den übrigen Geschlechtsorganen eingenommenen Raum umgrenzen, und schicken in der Mitte des Körpers, unmittelbar hinter der Samenkapsel, zwei quere Stämme nach innen, die Dottergänge (*Dg*, Taf. XVI, Fig. 2), die sich in einem unpaaren behälterartigen Canale, dem unpaaren Dottergange oder Dottersacke (*Ds*, Fig. 2, 3) vereinen. Ich habe denselben stets weit ansehnlicher und voluminöser gesehen, als E. van Beneden ihn zeichnet, was aber nur von Ausfüllungszuständen abhängt. Die Dotterkörper selbst haben in der Nähe des Ootyps, wie auch E. van Beneden angiebt, bald sehr deutliche, stark lichtbrechende Kerne, bald nicht. In geringer Entfernung von der Schlucköffnung verengert sich der Behälter meist plötzlich, nimmt hier den Keimgang auf und geht dann weiter zur Schlucköffnung, wo er sich in das Ootyp öffnet. In dem Endstücke des Behälters, vor der Einmündung des Keimganges, habe ich, wenn dasselbe nicht mit Dotterkörpern gefüllt war, Flimmerbewegung gesehen, deren Richtung von vorn nach hinten ging; in dem gemeinschaftlichen Dotterkeimgang (*Dkg*, Taf. XVI, Fig. 2) dagegen, welcher zwischen der Schlucköffnung und der Mündung des Keimganges sich erstreckt, ging das sehr lebhafte stromartige Flimmern von hinten nach vorn. Zuweilen sah

ich, wie Fig. 2 darstellt, in dem Behälter die Dotterkörper theilweise aufgelöst oder in kleinere Ballen zertheilt. Dann war aber auch der Keimgang leer und so zusammengezogen, dass er sich kaum verfolgen liess; die Eibildung also wahrscheinlich auf einige Zeit sistirt.

Den Keimstock (*Kt*, Taf. XVI, Fig. 2 u. 3) hat Ed. van Beneden richtig dargestellt insofern, als er die Gestalt eines Zwerchsackes hat, dessen blindes, mit sehr kleinen Eikeimen gefülltes Ende rechterseits, das andere linkerseits liegt. Doch habe ich die beiden Hälften des Zwerchsackes nie so weit auseinander gesehen, als er sie zeichnet, und das Verbindungsstück schien mir vorn, nicht hinten, mit der linken Hälfte zusammenzuhängen. Indessen schieben sich die Theile oft so zusammen, dass sie, wie Fig. 2 darstellt, einander decken, als ob man sie im Profil sähe. Wie dem auch sei, so geht von der linken Hälfte der Keimgang (*Kg*) aus, schlägt sich nach vorn, läuft quer nach rechts hinüber, zwischen der Samenkapsel und dem Keimstock, macht, an der rechten Hälfte des Zwerchsackes angelangt, einige Windungen, und biegt dann nach hinten um in fast gerader Linie gegen die Schlucköffnung hin, um sich in geringer Entfernung von dieser mit dem Dottergange zu vereinigen.

Dieser Theil des Keimganges hat mir viel Mühe gemacht. Meist sah ich das gerade Verbindungsstück so, wie Taf. XVI, Fig. 2 darstellt, als einen feinen und sehr dünnen Canal mit äusserst lebhafter Flimmerbewegung, die von vorn nach hinten gerichtet war; zuweilen glitt sogar ein Dotterkörperchen darin auf und nieder. Die Windungsstelle und die Fortsetzung gegen den Anfang des Keimganges hin liess sich wegen der in den Dottergängen angehäuften Massen in keiner Weise deutlich machen. Erst als ich bei einem Individuum die Dottergänge leer, den Keimgang dagegen gefüllt fand, wie Fig. 3 darstellt, wurde der Zusammenhang klar. Bei demselben Individuum sah ich einen Eikeim in dem gemeinschaftlichen Ausführungsgange, bei einem andern (Taf. XV, Fig. 6) war ein grosser Dotterkörper hinter einem, im gemeinschaftlichen Dotterkeimgange steckenden Eikeim in den Keimgang eingedrungen. Bei der Lebhaftigkeit der Schluckbewegungen, welche Dotterkörper und Eikeime wie Bälle umherwerfen, lässt sich solches leicht begreifen.

Das Ootyp (*Oot*, Taf. XVI, Fig. 2 u. 3) hat die Form eines Ei's, dessen spitzer Pol nach hinten gerichtet ist. Indessen habe ich seine Wandungen nur nach hinten zu deutlich abgegrenzt gesehen; nach vorn zu gehen sie auf die Hüllen des Keimstockes über, so dass derselbe gleichsam von vorn her in das Ootyp hineingesteckt scheint. Ed. van Beneden giebt an, dass es inwendig mit Papillen besetzt sei, welche

man besonders an dem oberen Theile sehen könne. Ich habe dieselben nicht bemerkt. Dagegen sehe ich nach seinem hinteren Ende eine runde, sehr ausgezeichnete Schlucköffnung (*Sch*, Taf. XVI, Fig. 2 u. 3) mit strahlenförmig gestellten Falten und lebhafter Flimmerbewegung. In den inneren Oeffnungskreis dieser Rosette mündet der gemeinschaftliche Keim-Dottergang, und (Fig. 3) auch wohl der rechte Arm des Samenganges, während der Eigang (*Eig*, Taf. XVI, Fig. 2 u. 3) von dem äusseren Umfang der Faltenrosette seinen Ursprung nimmt und in Gestalt eines, anfangs sehr dünnwandigen, später fester werdenden Canales nach vorn geht, um sich in der hinter der Penistasche gelegenen weiblichen Oeffnung in der Mittellinie des Körpers zu enden. Ich habe der Beschreibung dieses Eiganges, wie Ed. van Beneden sie giebt, nichts hinzuzufügen, im leeren Zustande erscheint er sogar in seinem oberen Theile enger als der Samengang, der mit ihm parallel läuft; mit Eiern angefüllt, stellt er eine weite, eiförmige Höhle, einen Uterus, dar, die sich in der ganzen Länge zwischen der Oeffnung und der Samenkapsel erstreckt und mit einem dichten Klumpen von Eiern ausgefüllt ist, welche alle in gleicher Weise wie an einem Federbusche geordnet sind. Man erkennt die trächtigen Dactycotylen schon mit blossem Auge durch den braunen, eiförmigen Fleck, den dieser Eierhaufen in der vorderen Körperhälfte darbietet.

Auch die Beschreibung der Eier von Ed. van Beneden ist vollkommen richtig; sie haben, wie er angiebt, eine längliche Gestalt, vorn einen kürzeren, hakenförmig umgebogenen, hinten einen sehr langen, gelblichen Hornfaden, der mit einer trichterförmigen Erweiterung endet. Ich habe öfter unter dem Mikroskop die Ausstossung der Eier beobachtet, die unter starken Zusammenziehungen des Eiganges vor sich geht. Das Packet wird als Ganzes ausgestossen, jedes Ei mit dem Haken voran. Bei denjenigen Individuen, deren Eipacket noch nicht ganz reif ist, erscheinen die hinteren Eier weit heller, citrongelb gefärbt und sehr durchsichtig, während die Schale der vorderen braun und undurchsichtiger ist. Indessen habe ich bei keinem andern Trematoden so leicht den im Innern des Ei's gelegenen Eikeim sehen können, als gerade bei Dactycotyle im eben ausgestossenen Ei. Schon bei dreissigfacher Vergrösserung erschien der Keim als heller Fleck, fast wie ein Loch inmitten des Dotters. Die Schale setzt sich offenbar aus verschiedenen Stücken zusammen, und ich bin zweifelhaft, ob diese Stücke sich alle im Ootyp, oder theilweise in dem Eigange bilden. Einmal sah ich (Taf. XVI, Fig. 3 *Est*) im Ootyp ein gebogenes Hornstück, offenbar der vordere hakenförmige Endfaden, der in der Bildung begriffen war — ein andermal sah ich etwa in der Mitte der Länge des Eiganges ein

aus zwei Stücken bestehendes Ei (Taf. XV, Fig. 7), das untere Stück (*Eis* 2) hatte die Gestalt eines oben offen stehenden Eibechers; es trug am Ende den langen hinteren, noch nicht völlig ausgebildeten, in sich selbst zurückgeschlungenen Endfaden und war bis zum Rande mit Dotterkugeln gefüllt, zwischen welchen man den Eikeim wahrnehmen konnte; in dem anderen kleineren Stücke (*Eis* 1), das etwas weiter nach vorn lag und den ebenfalls zurückgebogenen Hakenfaden trug, steckten nur zwei Dotterkugeln. Die Eischalen sind also aus einem Deckelstücke und einem Becher zusammengeschweisst, und wahrscheinlich öffnen sie sich, wenn die junge Dactycotyle auskriecht, an der Naht des Deckels. Ed. van Beneden scheint mir vollkommen im Rechte, wenn er behauptet, dass die Endfaden keine Oeffnung haben, durch welche das Wasser in das Innere des Ei's gelangen könnte — andrerseits muss aber auch zugestanden werden, dass man in allen Fäden, welche von den Eischalen der Trematoden ausgehen, in der Mitte einen feinen Canal sieht, der sich in die Höhle fortsetzt, in welcher das Ei eingeschlossen ist, und hie und da Lücken und Erweiterungen zeigt, die besonders bei den noch nicht vollständig ausgebildeten Eifäden bemerklich sind.

4. Microcotyle.

Taf. XV, Fig. 8 u. 9; Taf. XVI, Fig. 4—6.

P. J. van Beneden und Hesse geben (l. c. p. 112) folgende Characteristik der Gattung: Ein Theil des Körpers ist hinten durch eine Einschnürung getrennt und trägt auf beiden Seiten des Körpers eine grosse Menge kleiner, mit Haken bewaffneter Saugnäpfe. Die Eier haben an beiden Polen Fäden.

Meiner Ansicht nach kann die Gattung Axine, welche ebenfalls von diesen beiden Autoren ohne Characteristik aufgeführt wird (l. c. p. 116) nicht von Microcotyle getrennt werden. Die innere Organisation ist durchaus dieselbe, nur ist bei Axine orphii (van Beneden et Hesse), die ich ebenfalls untersucht habe, der Vordertheil des Körpers weit mehr in die Länge gezogen und schmal, während zugleich das Hinterende mit den Saugnäpfen noch etwas schiefer zur Achse des Körpers steht als bei den typischen Microcotylen. Die Abbildung übrigens, welche die Genannten von Axine orphii geben, ist eine durch Quetschung erzeugte Carricatur, ebenso wie die von Microcotyle labracis (Taf. XII, Fig. 18 u. 19). Ich habe, ausser der typischen, von den genannten Autoren beschriebenen Art noch eine zweite untersucht, Microcotyle mugilis, die ich an den Kiemen von Mugil cephalus im August in Roscoff fand. Der Wurm (Taf. XIV, Fig. 3) erreicht die

ziemlich bedeutende Länge von 10 Millimetern; er ist, wie alle Microtylen, Axinen und Octobothrien, an dem Kiemenblättchen mit dem fast zweilippigen Saugscheibenfusse so befestigt, dass er den Rand des Blättchens von beiden Seiten her umfasst. Ich fand diesen Wurm nur einmal; er unterscheidet sich von Microcotyle labracis (VAN BENEDEN et HESSE p. 112) durch die doppelte Grösse (10 Mm.), den etwas breiteren, blattförmigen Körper und die Lage der weiblichen Geschlechtsöffnung, die sich kurz vor dem Keimstocke befindet, während sie bei letzterer Art weiter nach vorn gerückt ist.

Microcotyle labracis fand ich, doch nicht häufig, im Juli an den Kiemen des Bar (Labrax lupus) mit Diplectanum und Lernanthropus zusammen. Es wurden stets an demselben Fische mehre gefunden; die jüngsten hatten nur 1 Mm. Länge, die grössten dagegen 5 Mm. Die Eier waren theils an die Kiemenblättchen, zuweilen auch an die Eischnüre von Lernanthropus angeheftet. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf M. labracis, welcher auch Taf. XV, Fig. 9 und die Figuren 4—6 der Tafel XVI angehören; Abweichungen, welche M. mugilis bietet, werden besonders hervorgehoben werden.

In kurzer Entfernung hinter dem Schlundkopfe, von welchem aus der mit körnigen Massen erfüllte, anfangs einfache Darmcanal abgeht, befindet sich die männliche Geschlechtsöffnung in Form einer, mit starken, gekrümmten, chitinös aussehenden Rippen versehenen Melone auf der Bauchseite (*Mg*, Taf. XVI, Fig. 4). Hier angekommen, theilt sich der Darm, wie gewöhnlich in zwei Aeste, die sich ohne Verzweigungen nach hinten verfolgen lassen. Ausserhalb der Darmäste, auf der Rückenseite, gewahrt man leicht die Canäle des Excretionsorgans, die sich bei dieser Art leichter verfolgen lassen, als bei irgend einer andern — sie zeigen in ihrem ganzen Verlaufe lebhafte innere Flimmerbewegungen wie ein Strom und münden im Hinterende in ein gemeinschaftliches Reservoir, welches in dem Lippenausschnitte des Saugfusses liegt.

Die männliche Geschlechtsöffnung (*Mg*, Taf. XVI, Fig. 4) führt in einen weiten, rundlichen Sack mit dicken Wänden, die Penistasche (*Pt*), welche im Innern einen Körper enthält, der offenbar nichts anderes als der eingestülpte Penis ist. Der Penis ist immer mit drei Reihen *S*förmig gekrümmter Haken besetzt (Taf. XVI, Fig. 4 *Ph*), die bei starker Vergrösserung Taf. XV, Fig. 9 gezeichnet sind und welche bei der Einstülpung sich seitlich ordnen, mit den krummen Spitzen nach innen hervorstehen und einen leeren Raum zwischen sich lassen. Diese Anordnung hat offenbar einen Irrthum VAN BENEDEN's und HESSE's veranlasst, welche hinter dem Schlundkopf »une couronne de crochets

très-longs, très minces et ornés de trois griffes (?) degrandeur inégale« gesehen haben wollen. Das von den Autoren selbst gesetzte Fragezeichen beweist, dass sie bei dieser Beobachtung nicht ganz sicher sind. In der That verhalten sich die Haken so, wie ich es gezeichnet habe; sie erscheinen, je nach der Lage, bald fast ganz gerade, nur mit gekrümmtem Ende, bald mit krummer, ausgezogener Basis, und von aussen nach innen in drei Bogenreihen geordnet.

Bei M. mugilis konnte ich die Haken nicht so deutlich sehen, da sie ganz in das Innere zurückgezogen waren.

Unmittelbar von der Penistasche nimmt der Samengang (*Sg*, Taf. XVI, Fig. 4) seinen Ursprung mit einem kleinen, längsgefalteten Mundstücke, um mit starken Windungen in der Mittellinie des Körpers nach hinten zu verlaufen. Nur um die weibliche Cloake herum macht er eine starke Ausbiegung nach rechts. Er verläuft mehr auf der Dorsalseite. Ich fand ihn stets strotzend mit lebhaft sich bewegenden, langen Samenfäden erfüllt. Man kann ihn in dieser Art leicht bis zu dem Keimstocke verfolgen, wo er plötzlich aufzuhören scheint. In Wahrheit schlägt er sich aber auf der Rückenseite über denselben hinüber, läuft gerade werdend und fast unsichtbar, wenn er, wie gewöhnlich, hier nicht mit Samenfäden erfüllt ist, nach hinten gegen das gemeinschaftliche Reservoir des Ootyps fort und erhält (Taf. XVI, Fig. 5 *Sg*) in der Nähe desselben angelangt, dickere Wände mit faltigen Querrippen, auf welchen eine lebhafte Flimmerbewegung stattfindet. Von den verschiedenen Canälen, welche in das Ootyp münden, liegt er am weitesten links, scheint aber, je nach verschiedenen Contractionszuständen, zuweilen mit dem flimmernden Ende selbst horizontal unter dem hinteren Rande des Keimstocks zu verlaufen, bevor er bei der Bauchansicht unter demselben durchgeht, wie dies Taf. XVI, Fig. 4 gezeichnet ist.

Die weibliche Geschlechtsöffnung (*Cl*) liegt bei M. labracis (Taf. XVI, Fig. 4) noch im vorderen Fünftel des Körpers in der Mittellinie, kurz hinter der Penistasche, bei M. mugilis dagegen im Anfange des zweiten Drittels kurz vor dem Keimstocke. Bei beiden Arten ist sie kreisrund, hat dicke, wulstige Ränder (Fig. 4), mit strahlig laufenden Rippen umgeben, und führt in einen bei M. labracis fast kreisrunden, bei M. mugilis länglich eiförmigen Sack (*Vag*, Taf. XVI, Fig. 4), der offenbar zur Aufnahme des Penis bestimmt ist. Am Grunde dieses Sackes befindet sich eine zweite, kreisrunde, mit sehr kleinen Häkchen besetzte Oeffnung, welche in den Eigang (*Eig*) führt, der, an der ganzen Breite des Cloakenraumes und der hinteren Oeffnung

beginnend, dickwandig und gerade nach hinten gegen das Ootyp hinläuft.

Als ich die Microtylen untersuchte, waren in dem bei M. labracis sehr langen (Taf. XVI, Fig. 4), bei M. mugilis kürzeren, dickwandigen und geraden Canale nur einzelne fettglänzende Dotterelemente zu sehen. Nur einmal sah ich bei M. labracis in unmittelbarer Nähe des Ootyps, oder vielmehr noch in demselben, nahe am hinteren Ende des Canals, einen in der Bildung begriffenen Eistiel (*Est*, Taf. XVI, Fig. 4), niemals ein ganzes Ei. Da die Microtylen aber eine sehr lange Eiform mit langen Endfäden besitzen, so zweifle ich nicht, dass sie in diesem Canale selbst zusammengesetzt werden, so dass man bei trächtigen Individuen den Canal verhältnissmässig um das Ei erweitert finden wird. Der Canal selbst mündet ohne weitere Veränderung in das Ootyp auf der rechten Seite desselben (Taf. XVI, Fig. 5).

In unmittelbarer Nähe des Reservoirs finden sich bei M. labracis Keimstock, Dottergänge und vordere Hodenblasen in solcher Weise zusammengeknäuelt, dass es nur sehr schwer hält, die Theile auseinander zu wirren. Bei M. mugilis sind sie etwas weiter auseinandergehalten, und namentlich der Theil, welcher zur Schlucköffnung geht, zu einem geknieten Canal ausgebildet. Bei beiden Thieren sieht man den Zusammenhang der Theile am besten von der Bauchseite aus, die in Taf. XVI, Fig. 5 von M. labracis bei starker Vergrösserung dargestellt ist. In das Ootyp münden, von der Bauchseite her, am weitesten nach rechts der Samengang, dann der Keimgang, und rechts der Eigang — auf der Rückseite finden sich die Einmündungen der Dottergänge.

Der Keimstock (*Kt*, Taf. XVI, Fig. 4) ist eiförmig, verhältnissmässig klein, mit dem stumpfen, blinden Ende nach rechts gerichtet. Er setzt sich in dem Keimgang fort (*Kg*, Taf. XVI, Fig. 5), der fast in rechtem Winkel abbiegt und nach sehr kurzem Verlaufe in das Reservoir des Ootyps einmündet. Er enthielt nur ziemlich grosse Eier, die sich in dem Keimgange hintereinander aufgeschichtet hatten und deutlich aus einer Dotterhaut, einem Keimbläschen und einem runden Keimfleck bestanden. Die Eier waren ausserordentlich zart und durchsichtig, so dass der Keimstock bei dem lebenden Thiere fast wie ein durchsichtiges Loch sich ausnahm.

Die Dotterstöcke sind bei beiden Arten reichlich durch den ganzen Körper verästelt von dem Schlundkopfe an bis zu dem verengerten Theile, an welchen die Fussscheibe mit den Saugnäpfen sich ansetzt. Sie vereinigen sich schliesslich in zwei Stämme (*Dg*, Taf. XVI, Fig. 4 u. 5), welche, wie gewöhnlich, in das Reservoir des Ootyps einmünden, und zwar hier auf beiden Seiten des Eiganges. Die zelligen

Dotterkörper, welche in den Dottergängen enthalten sind, haben eine bedeutende Grösse und enthalten oft grössere Fetttröpfchen, die wie Kerne aussehen. In dem Ootyp scheinen dieselben, wenigstens zum Theil, insofern zerstört zu werden, als die Umhüllungshäute sich verlieren, die granulirten Massen frei werden, und die Fetttröpfchen zu grössern Tropfen zusammenfliessen. Wenigstens sah ich bei den meisten M. labracis, wie es auch besonders in Taf. XVI, Fig. 4 dargestellt ist, im Ootyp nur granulirte Massen, und im Eigang nur grössere Fetttropfen. Es mag dies indessen nur dann vorkommen, wenn die Eibildung momentan sistirt ist, denn in dem gelegten Ei finden sich wieder zellenartige Dotterelemente mit deutlichen Häuten.

Die beiden Dottergänge münden, vielleicht gemeinschaftlich mit dem Eigange, in einer Oeffnung, welche an der Rückenwand des Ootyps sich befindet (Fig. 5 *Kg'*).

Das Ootyp (*Oot*) selbst ist bei M. labracis nur nach hinten deutlich begrenzt, nach vorn von den erwähnten Einmündungen eingenommen. Nahe seinem Grunde befindet sich eine runde, innere Schlucköffnung (*Sch*, Fig. 4, 5), mit etwas verdickten Wänden und strahlig gestellten feinen Muskelfasern. Diese Oeffnung führt beständig schluckende und speiende Bewegungen aus, während zugleich der Sack des Reservoirs sich heftig zusammenzieht. Die in demselben enthaltenen Dotterelemente werden auf diese Weise beständig untereinander gewühlt, hin und her getrieben, und fliegen, wie Bälle, zur Schlucköffnung aus und ein.

Bei M. mugilis (Taf. XV, Fig. 8) ist der Bau der Theile nach demselben Plane angelegt, aber etwas verschieden durchgeführt. Der Keimstock, dessen blindes Ende nach rechts liegt, wie bei der andern Art, geht in den wurstförmigen, nur wenig verengerten Keimgang über, der anfangs dem Keimstocke anliegend, von links nach rechts läuft, dann aber nach hinten umbiegt und in das Ootyp mündet. Der Eigang (*Eig*) läuft auf der ventralen Seite des Keimstocks nach hinten, biegt, hinter dem Keimgange hervorgekommen, sich Sförmig und bildet dann eine scharfe Knickung, um etwas verengert in die etwas links liegende Schlucköffnung (*Sch*) einzumünden. Diese bildet eine förmliche Rosette mit strahlig gestellten Falten und einer runden Oeffnung in der Mitte. Die becherartige Erweiterung des Canales, in welche sie mündet, so wie der Canal selbst flimmern, aber nur periodisch, sehr stark im Innern. Bei keinem andern Trematoden habe ich so heftige Schluckbewegungen gesehen, als bei dieser Art, so dass ich lebhaft bedaure, nur ein Exemplar gefunden zu haben. Bei jeder Zuckung spannten sich feine Muskelfäden an, die über die Bauchseite des Keimstockes hinweg

nach vorn bis gegen die weibliche Geschlechtsöffnung liefen, und die Bewegungen waren so heftig, dass ich Dotterelemente bis über die Knickung des Canales in die Biegung hinein wie Bälle fliegen sah. Als das Thier zur Beobachtung kam, war in dem Canale zwischen den Dotterkörpern ein Eikeim eingelagert, wie ich es auf der Zeichnung dargestellt habe (Taf. XV, Fig. 8).

Die Hodenblasen (*t*, Taf. XVI, Fig. 4) sind bei beiden Arten sehr zahlreich und sind von dem Keimstocke und dem Ootyp an in der Mittellinie in solcher Weise zusammengeschachteit, dass sie ein förmliches areoläres Gewebe darstellen, das sich bis zum Anfang der Fussscheibe zwischen den Dotterstöcken hinzieht. Bei dem lebenden Thiere sieht man dieses areoläre Gewebe als einen langen, fast durchsichtigen Mittelraum. Wäre nicht die Analogie mit andern Trematoden, so würde man diese ineinandergepackten Blasen, deren Wände quere Zickzacklinien bilden, wohl kaum für Hodenblasen erkennen. Ich sah sie bei den beobachteten Thieren beider Arten stets aller geformten Elemente vollkommen baar; sie schienen nur schleimige Flüssigkeit zu enthalten. Auch war es mir durchaus unmöglich, Ausführungsgänge, die doch wohl vorhanden sein müssen, zur Anschauung zu bringen. Ich muss also vermuthen, dass die Individuen, welche ich untersuchen konnte, ihre Hodenblasen schon gänzlich entleert hatten, so dass die Samenfäden alle in den strotzend angefüllten Samenleitern sich befanden. Die feinen Ausführungsgänge der Hodenblasen werden sich nur dann erkennen lassen, wenn dieselben mit Samenfäden gefüllt sind.

Die Eier (Taf. XVI, Fig. 6) sind schon von van Beneden und Hesse beschrieben worden. Sie sind von sehr länglicher Gestalt. Die Schale geht nach hinten in einen hohlen, aber an seinem Ende geschlossenen dünnen Faden aus, der wenigstens die sechsfache Länge der Eianschwellung hat. Nach vorn zieht sich die Schale in einen etwas dickeren Stiel aus, der am Ende eine ankerförmige Verbreiterung mit zwei rückwärts gebogenen Spitzen bildet. Auch dieser Stiel ist bis zum Anker hohl — in dem Anker selbst habe ich jedoch nur in der Mitte einige bläschenförmige Lücken, aber keine Oeffnung gesehen, wodurch das Wasser eindringen könnte, wie van Beneden und Hesse angeben. Ich habe schon erwähnt, dass ich an den langen Eischläuchen von Lernanthropus solche Eier fand, deren Endfaden um den Eischlauch geschlungen war, während der Anker mit seinen Haken sich ebenfalls angeheftet hatte. Im Innern des Ei's sieht man ziemlich leicht den durchschimmernden, hellen, zwischen den Dotterkugeln eingebetteten Eikeim.

5. Udonella lupi van Ben. et Hesse.

(l. c. p. 92. Tab. VIII Fig. 11—14.)
Taf. XVI, Fig. 7 und 8.

P. J. van Beneden hat in seinem früheren Mémoire sur les vers intestinaux S. 13. Pl. 1 eine Beschreibung von U. caligorum gegeben. Später haben die beiden genannten Autoren diese, zuerst von Johnston aufgestellte Art in mehrere zerfällt, worunter auch diejenige des Caligus, welcher in der Rachenhöhle des Bar (Labrax lupus) öfter vorkommt. Da ich die andern Arten in Roscoff nicht gefunden habe, erlaube ich mir kein definitives Urtheil über dieselben, glaube aber nicht, dass sie bei erneuter Untersuchung sich erhalten werden. So viel ist mir gewiss, dass die Beschreibung des vorderen Endes, wie van Beneden sie in seinem Mémoire giebt, der Natur weit besser entspricht, als die spätere von demselben und Hesse, in welcher die beiden flügelförmigen, saugnapfähnlichen, mit feinen Drüsen besetzten, seitlichen Kopflappen als Lippen oder gar Kinnbacken aufgefasst werden, »welche bestimmt zu sein scheinen, die Haut der Fische, auf deren Kosten sie leben, zu zermalmen oder zu zerreissen«. Die Udonellen haben gar nichts mit den Fischen zu thun, auf welchen ihre Wohnthiere, die Caligiden, leben; sie haben auch ebenso wenig als die übrigen ectoparasitischen Trematoden, die direct auf den Fischen oder deren Kiemen sitzen, etwas zu zermalmen oder zu zerreissen, oder Blut zu saugen, sie schlürfen nur wie alle andern Schleim oder andere Secretionen. Immerhin ist es ein interessantes Schauspiel, solche Caligiden vom Bar unter dem Mikroskop zu haben, die nicht nur über und über mit Udonellen und deren Eiertrauben, sondern obenein auch noch mit eigenthümlichen Thierchen aus der Familie der Vorticellen, die auf starren, verzweigten Stielen stehen, dicht besetzt sind.

Ed. van Beneden hat in seinen »Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf« p. 37 Tab. III Fig. 1—11 Einiges über die Zusammensetzung des Ei's der Udonellen und seine Entwicklung mitgetheilt. Er nimmt den alten Namen U. caligorum wieder auf.

Meine Untersuchungen sind leider nur sehr fragmentarisch. Ed. van Beneden hat ganz Recht, wenn er sagt, dass die Udonellen ihrer Kleinheit und Durchsichtigkeit wegen sich ganz besonders zu mikroskopischen Untersuchungen eignen; ich glaubte in Roscoff, dass die Frage schon erschöpft sei und erst jetzt, wo ich meine Zeichnungen und Notizen mit der hier citirten Literatur vergleiche, finde ich doch, dass noch Manches aufzuklären wäre, worauf ich spätere Forscher aufmerksam machen möchte.

Der Geschlechtsapparat der Udonellen zeichnet sich durch seine

grosse Einfachheit und Concentration aus. Auf der Bauchfläche liegen hintereinander die Geschlechtsöffnungen, der Uterus, das Ootyp. der einfache Keimstock uud der einfache Hoden — Alles in der vorderen Hälfte des Körpers. Bei der von mir untersuchten Art war der kuglige Hoden stets kleiner, als der Keimstock — beide VAN BENEDEN geben das entgegengesetzte Verhältniss an. Ich lege indessen hierauf kein Gewicht; das Volum der Organe wechselt bei den Trematoden oft sehr auffallend je nach der Anfüllung.

Ein gemeinschaftlicher Sack (Taf. XVI, Fig. 7) — in welchen Samengang und Eigang münden, beginnt die Reihe der Geschlechtsorgane unmittelbar hinter dem Schlundkopfe. Meist findet sich in demselben ein ausgebildetes Ei, das sich sogar noch über den hinteren Rand des Schlundkopfes hinaus nach vorn schiebt und dessen Faden nach vielen Windungen in die hintere Oeffnung des Uterus reicht. Ich habe in diesem Sacke nur eine, bei starker Ausbildung des Ei's etwas von der Mittellinie nach links verschobene, schwer zu unterscheidende. vordere Oeffnung (*Cl*) gesehen, die demnach eine für Samen und Eier gemeinschaftliche Ausmündung wäre. VAN BENEDEN bildet deren zwei ab, eine besondere für das Ei, der stumpfen Spitze desselben gegenüber liegend, eine zweite links für den Samengang. Da ich keine specielle Aufmerksamkeit auf diesen Punct gewendet habe, so will ich nicht kategorisch widersprechen.

Der Eistiel (*Est*) steckt mit seinem Ende in einer wulstigen, kraterförmigen Oeffnung (Ut^1), welche in das gemeinschaftliche Reservoir (Ootyp) führt, in welches die Dottergänge und der Keimgang münden. Ich habe diese Oeffnung, die VAN BENEDEN ebenfalls zeichnet, von verzweigten, strahlig angeordneten, körnigen Drüsen (*a*) umgeben gesehen.

Etwas weiter nach hinten sieht man unter günstigen Umständen, wenn Dottergänge und Samengang gänzlich entleert sind, die Oeffnung (*b*) des Keimganges in das Ootyp. Sie ist mit sehr feinen Knötchen oder Spitzchen besetzt und stellt die Schlucköffnung der übrigen Trematoden dar. Ich habe an ihr weder Bewegung, noch Flimmerung gesehen; da sich aber auf dem kurzen, fast geraden Keimgange im Inneren feine, quergestellte Linien zeigen, die nicht genau begrenzt sind, so schliesse ich daraus, dass periodisch dort Wimpern spielen mögen.

Der Keimstock (*Kt*, Fig. 7, Taf. XVI) ist kuglig. EDUARD VAN BENEDEN beschreibt ihn folgendermassen (l. c. p. 38): »Der Keimstock ist mit grossen und schönen Protoplasma-Zellen angefüllt, die einen hellen und durchsichtigen Kern mit einem voluminösen Nucleolus enthalten. Dieser Nucleolus bricht stark das Licht und bildet, wie bei den andern

Trematoden, einen hellen Fleck. Die Zelle misst etwa 0,027 Mm., der Kern kaum 0,01 Mm. und der im Verhältniss zum Kern sehr starke Nucleolus nicht weniger als 0,0075 Mm.«

Ich habe bei allen untersuchten Udonellen in der Mitte des Keimstockes stets ein Ei (*Ek*) gefunden, welches allen übrigen so bedeutend an Grösse vorangeeilt war, dass es auf den ersten Blick schon bei geringen Vergrösserungen auffiel. Es lag immer der Ausgangsstelle des Keimganges gegenüber. Neben ihm sah ich einen eigenthümlichen Körper (*c*). Bei starker Vergrösserung zeigte sich Folgendes (Taf. XVI, Fig. 8).

Neben dem Ei liegt hart an der Oberfläche eine längliche, scharf begrenzte Anhäufung von Körnchen mit einzelnen Bläschen, die Fetttröpfchen ähnlich sehen. Ein solcher Körper (*e*) war constant neben jedem grossen Ei zu sehen — wäre er nicht im Keimstock gewesen, so hätte man ihn für einen Dotterkörper nehmen können.

Das grosse Ei selbst (Fig. 8, Taf. XVI) war von einem deutlichen Eisacke (Fig. 8 *a*) umhüllt, der aus körnigen Zellen, mit fettähnlich glänzenden Kernen ausgestattet, gebildet war und nach innen, gegen das Ei hin, eine sehr scharfe Grenze zeigte, während die Grenzlinie nach aussen nur sehr schwach angedeutet erschien. Die Körnchen der Zellen dieses Eisackes bildeten nur ein wolkiges Wesen — aber bei Vergleichung mit dem daneben liegenden Körper konnte man wohl zu dem Schlusse kommen, dass der Eisack eine weitere Entwicklung und aus einer Wucherung desselben hervorgegangen sei.

Das Ei selbst lag frei in dem Eisacke, durch einen hellen Zwischenraum von ihm getrennt. Die Dotterhaut (*b*) war scharf begrenzt; der Dotter fein wolkig, mit Schlieren und Zügen, welche hier und da Bläschen zu bilden schienen. In dem Dotter lag das ganz helle Keimbläschen (*c*), begrenzt von verschwommenen Rändern und in demselben der Keimfleck (*d*) mit scharfen, lichtbrechenden Contouren.

Was mir am meisten auffiel, war der Umstand, dass das Keimbläschen (*c*) langsam, aber beständig, während mehrer Stunden, wo ich die Stelle beobachtete, seine Gestalt änderte. Diese Gestaltänderungen waren so allmälig, dass man sie nicht unmittelbar auffassen, sondern nur, wie die Bewegungen des Zeigers einer Uhr, innerhalb einer gegebenen Zeit nachweisen konnte; das Keimbläschen erschien bald rund, bald mehr eiförmig oder auch nach einer Seite hin aufgetrieben, wie es in der Zeichnung (Fig. 8) dargestellt ist. In Folge dieser langsamen Gestaltänderungen erschien auch die Contour des hellen Keimbläschens bald schärfer ausgesprochen, bald mehr verwaschen.

Ich habe mich sorgfältig überzeugt, dass diese Bewegungen nur in dem Keimbläschen selbst statt hatten und nicht von andern Eitheilen oder von aussen mitgetheilt waren. Die Contouren des Eisackes, der Dotterhaut und des Keimfleckes blieben absolut unbeweglich; sie deckten während der ganzen Beobachtungszeit die mittelst der Camera lucida auf das Papier projicirten und dort nachgezeichneten Contouren vollständig, während die Contouren des Keimbläschens beständig ihre Form verschoben.

Nachdem ich die Gestaltveränderungen des Keimbläschens bei einem Individuum gesehen hatte, bin ich noch bei zwei anderen Zeuge davon gewesen. Darüber ging aber mein Material zu Grunde und ich hatte keine Gelegenheit, die Beobachtungen weiter fortzusetzen.

Die Bildung eines secundären Eifollikels um das Ei in dem Keimstocke, sowie die Gestaltveränderung des Keimbläschens scheinen mir Beachtung zu verdienen und zu weiteren Untersuchungen aufzufordern. Ich habe bis jetzt vergebens in der Literatur mich um analoge Beobachtungen umgesehen. Gestaltveränderungen des Dotters und der Furchungskugeln sind beobachtet worden; ebenso die Gestaltveränderungen des Keimbläschens bei der Furchung und Befruchtung — vielleicht sind die von mir bei Udonella beobachteten Vorgänge die Einleitung dazu.

Wenn ich nun die hier gegebenen Beobachtungen mit dem bisher Bekannten, und namentlich mit den vortrefflichen Untersuchungen von Zeller über Polystomum integerrimum (diese Zeitschr. Bd. XXVII p. 238 Taf. XVII und XVIII) und denen von Wierzejski über Calicotyle Kroyeri (Ibid. Bd. XXIX p. 550 Taf. XXXI) zusammenstelle (die älteren Untersuchungen von P. J. van Beneden [Mémoires sur les Vers intestinaux — Supplément aux Comptes rendus Vol. II. 1852], so werthvoll sie sonst sind, bedürfen doch hinsichtlich einiger Puncte der Revision), so stellt sich für die monogenetischen Trematoden etwa Folgendes heraus:

Weibliche Organe. Der Keimstock (Germigène van Beneden's) ist überall einfach. Er kann bald einfach kuglig (Phyllonella, Epibdella, Udonella) bald mehr in die Länge gezogen und in einander geschlungen sein, stellt sich aber auch in diesen Fällen als ein einheitliches Organ dar, in dessen hinterem Ende die Keime entstehen, welche allmälig nach vorn in den mit dem Keimstocke unmittelbar zusammenhängenden Keimgang vorrücken. Die Ausbildung dieser Keime, bevor sie in das Ootyp eintreten, wo durch Zufügung von Dottermassen und Samen, sowie durch Umbildung der Schale erst das definitive, entwicklungsfähige Ei zusammengesetzt wird, kann sehr verschieden

sein. Ich habe mit dem besten Willen bei einigen Arten nur ein zweischachteliges Bläschen im Keimgange sehen können, also Keimbläschen und Keimfleck; bei anderen ist eine Zone hellen Protoplasma's herumgegossen (Bildungsdotter); bei andern zeigt sich deutlich eine Dotterhaut; bei Udonella endlich besitzt der zum Uebergang ins Ootyp reife Eikeim nicht nur Dotter und Dotterhaut, sondern noch obenein eine secundäre Hülle, ähnlich einem Follikel. Es ist bei so bewandten Umständen und da jedenfalls und immer um diesen Keim noch die übrigen Theile umgebildet werden, besser, diese mehr oder minder ausgebildeten Ovula, Eikeime und das Organ, in welchem sie erzeugt werden, den Keimstock zu nennen.

Die Dotterstöcke nebst den Dottergängen sind überall in derselben Weise angelegt, im Körper verzweigt und bei allen untersuchten Arten bilden die Dottergänge zwei quere Stämme, welche sich entweder direct, oder durch Vermittlung eines mittleren, bei Dactycotyle sackförmig erweiterten Stammes in das Ootyp einsenken.

Das Ootyp, dem wir diesen kurzen, von P. J. van Beneden geschaffenen Namen belassen, ist der Vereinigungspunct, wo Eikeime, Dottermassen und von aussen her durch Befruchtung eingeführter oder aus den Hodenbläschen direct kommender Samen zusammentreffen. Es erscheint mehr sackförmig bei Dactycotyle, Microcotyle labracis, Phyllonella, vielleicht auch Diplectanum und Calicotyle, wenn wirklich, wie ich vermuthe, das von Wierzejski als Reservoir (*Rs*) bezeichnete Organ das Ootyp ist, während es bei Polystomum, Udonella, Microcotyle mugilis etc. canalförmig ist.

Ganz besonderer Aufmerksamkeit scheint mir die von mir mit dem Namen der Schlucköffnung bezeichnete Bildung zu fordern. Ich kann nicht genug mein Erstaunen malen, als ich diese Oeffnung zum ersten Male bei Dactycotyle in Thätigkeit und mit den Dotterballen und Eikeimen spielen sah, wie ein Jongleur mit seinen Bällen. Die lebhafte Flimmerbewegung, die bei einigen Arten scharf vortretenden Rosettenfalten und Muskelzüge an dieser Oeffnung zeigen schon, dass sie für die Thätigkeit der inneren Organe eine besondere Wichtigkeit hat, die freilich, wie bei Udonella, sehr zurücksinken kann.

Der Apparat für die Zusammenschweissung, Fertigstellung und Ausstossung der Eier, der aus Eigang und sogenanntem Uterus besteht, ist ebenfalls bei allen ziemlich in gleicher Weise angeordnet. Ob der Eigang kurz, wie bei Udonella, Phyllonella, Calicotyle, ob er länger, wie bei Polystomum, sehr lang wie bei Dactycotyle und Microcotyle labracis ist, ob der Uterus nur für ein Ei, wie bei Udonella und

Diplectanum oder für viele wie bei Phyllonella, Dactycotyle und Polystomum Raum hat, thut der typischen Bildung keinen Eintrag.

Sehr grosse Verschiedenheiten zeigen sich dagegen in den der Begattung bestimmten weiblichen Apparaten.

Polystomum und Calicotyle stehen durch höhere Differenzirung abgesondert von den übrigen. Sie besitzen zwei weibliche Begattungsöffnungen, vollkommen getrennt von dem Eigange des Uterus, durch welchen die reifen Eier entleert werden.

Bei Phyllonella, Epibdella, Dactycotyle, Microcotyle, Udonella muss der Eigang zugleich als Begattungsgang dienen, durch welchen der von aussen eingebrachte Same bis zu den Samenblasen und dem Ootyp gelangt.

Eine Mittelstellung nimmt Diplectanum ein, indem hier ein besonderer Begattungsgang existirt, welcher von dem Eigang und dem Uterus gänzlich getrennt ist und nur mit diesem wie mit der Penistasche eine gemeinschaftliche Ausführungsöffnung zeigt. Dies freilich abgesehen von der bei dieser Gattung vorhandenen Begattungskeule, wovon später die Rede sein soll.

M ä n n l i c h e O r g a n e. Die Mannigfaltigkeit der Bildungen ist hier noch weit grösser als bei den weiblichen.

Einen einzigen kugelförmigen H o d e n besitzt Udonella; zwei Hoden, durch eine secundäre Hülle mit einander verbunden, liegen bei Phyllonella und Epibdella zu beiden Seiten der Mittellinie; eine grosse Anzahl von Hodenbläschen findet sich bei den übrigen und zwar sind dieselben entweder im Parenchym zerstreut, wie bei Dactycotyle und Diplectanum, oder mehr in der Mittellinie versammelt, wie bei den andern Arten. Ich zweifle kaum, dass bei Octobothrium und Onchocotyle, wo nach P. J. van Beneden ein einziger mittlerer Hode existiren soll. das Verhältniss so ist wie bei Microcotyle und Axine, wo die Hodenbläschen, dicht in der Mittellinie des Körpers zusammengedrängt, eine Art von areolärem Gewebe darstellen.

Wenn meine Beobachtungen bei Diplectanum sich auch auf die andern Trematoden mit zahlreichen Hodenbläschen anwenden lassen, so unterscheiden sich diese noch wesentlich von den concentrirten Hoden der Udonellen und Phyllonellen dadurch, dass letztere permanent in ihrer Bildung sind, erstere aber nur eine temporäre Existenz besitzen und in ähnlicher Weise gebildet werden, functioniren und veröden, wie dies bei den Cestoden z. B. bekannt ist.

Nicht minder auffallende Unterschiede zeigen sich in der Anordnung der a u s l e i t e n d e n O r g a n e d e s S a m e n s.

In gar keiner Beziehung zu den weiblichen Organen stehen die-

selben bei Phyllonella, Epibdella, Udonella, Calicotyle — es sei denn dass man die gemeinschaftliche Oeffnung mit den männlichen Organen als einen solchen Zusammenhang ansehen wollte, wodurch ein Ueberfliessen des Samens aus der männlichen Ausführöffnung in den Begattungsgang stattfinden könnte. Jedenfalls findet bei diesen Thieren keine innere Befruchtung statt.

Anders verhält es sich bei Dactycotyle und Polystomum. Bei ersterer führt aus dem Vereinigungspuncte des Samenkapselganges und des einen Armes des Samenganges ein rückläufiger Canal in das Ootyp, den ich mit Samen gefüllt gesehen habe; bei letzterem hat Zeller einen aus der seitlichen Hodenbläschengruppe führenden Gang in das Ootyp nachgewiesen. Hier kann also unzweifelhaft innere Befruchtung im Ootyp stattfinden.

Dasselbe wird auch bei Microcotyle geschehen können, wo die Hodenbläschen direct in das Ootyp münden und der Samengang erst aus diesem seinen Ursprung nimmt. Hier müssen also alle Samenfäden, ob sie nun zur Begattung oder zur inneren Befruchtung dienen, durch das Ootyp ihren Weg nehmen. Es ist wahrscheinlich, dass ersteres die Norm ist und dass, während die zur Füllung des Samenganges bestimmten Samenfäden das Ootyp passiren, die Eibildung sistirt ist — immerhin ist die Möglichkeit der inneren Befruchtung gegeben.

Die Anhangsorgane, Samenkapseln, Samendrüsen, Samenblasen, Penis, Penistasche und Penisdrüsen sind so mannigfachen Variationen unterworfen, dass sie bei jedem Thier ganz specielle Verhältnisse darbieten. Die sonderbarsten Bildungen in dieser Hinsicht zeigen ohne Zweifel die Phyllonellen und Epibdellen mit ihren im Inneren wirbelnden Samenblasen, die allem Anschein nach zur Aufnahme des bei der Begattung eingespritzten Samens dienen.

Wenn man sich nun von der Function der einzelnen Theile bei allen übrigen Gattungen, dank besonders den wunderbaren Beobachtungen von Zeller, ein klares Bild machen kann, so muss ich doch offen gestehen, dass ich die Organisation von Diplectanum nicht gehörig zu reimen weiss. Die Deutung des Penis und des Uterus kann nicht in Zweifel gezogen werden — wie aber verhält es sich mit dem Begattungsgang und der Begattungskeule? Letztere muss wohl ohne Zweifel als der männliche Ausführungsgang angesehen werden. Der Zusammenhang der hinteren Hodenbläschen mit diesem Organe und meine Beobachtungen über Verweilen und Ausstossen der als Samenmaschinen fungirenden Hodenbläschen lassen mir darüber keinen Zweifel. Hätte ich die Samenmaschine nur unter dem Compressorium in dem Canale gesehen, so könnte ich glauben, dass der Druck hier

Theile in einen Canal getrieben habe, der nicht dafür bestimmt sei — so aber erblickte ich die Samenmaschine mit der Loupe, als das Thier munter in dem Uhrgläschen herumkroch!

Ist aber diese Deutung richtig, so weiss ich nicht, wie es kommt, dass der Penis ganz abgesondert ist und nur in Verbindung mit einer Oeffnung steht, durch welche auch die Eier ihren Weg nehmen? Wenn man dieses bei Trematoden sonst nicht gefundene Verhältniss auch annimmt, so ist damit die Frage nicht gelöst, welchem Zwecke der weite Begattungsgang in seiner vorderen Hälfte dient? Dass ausser der Begattung auch noch innere Befruchtung möglich sei, geht aus der Einmündung der vorderen Gruppe der Hodenbläschen in das Ootyp fast mit Gewissheit hervor; wie aber die Begattung selbst geschieht, davon kann ich mir einstweilen keine rechte Vorstellung machen.

Vielleicht führt mich ein erneuter Aufenthalt in Roscoff, den ich dieses Jahr zu machen gedenke, zur Lösung dieses Räthsels.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen sind, wenn es nicht besonders angegeben ist, mit der Camera lucida nach der Natur aufgenommen. Die Vergrösserung ist nach den Nummern von Gundlach und Verick angegeben.

Für alle Figuren gleichmässig angewandte Bezeichnungen:

Kt Keimstock.
Kg Keimgang.
Oot Ootyp.
Sch Schlucköffnung.
Eig Eigang.
Ut Uterus.
Vag Scheidencanal.
Cl Cloakenöffnung, weibliche Oeffnung.
Dt Dotterstöcke.
Dg Dottergänge.
Ds Dottersack.
Dkg Gemeinschaftlicher Dotterkeimgang.
Db Dotterballen.
Ek Eikeim.
E Ei.
Eis Eischale.
Est Eifäden.
t Hoden, Hodenbläschen.
Sg Samengang.
Sl Samenleiter.
Sbl Samenblasen.
Sbg Samenblasengang.
Sdr Samendrüse.
Sbd Samenblasendrüse.
Sk Samenkapsel.
Bg Begattungsgang.
P Penis.
Ps Penisscheide.
Pt Penistasche.
Ph Penishaken.
Pd Penisdrüse.
Bk Begattungskeule.
Mg Männliche Geschlechtsöffnung.

Tafel XIV.

Fig. 1. Phyllonella soleae von der Bauchseite bei GUNDL. Oc. 1 Obj. 0. Man sieht die drüsigen, eingezogenen Kopflappen, Nervensystem mit Augen, Schlundkopf, Uterus, Begattungsgang, zwei verödete, braun gewordene Samenblasen, Keimstock, Hoden, Dotterdrüsen, Darm, Erweiterungen der Wassergefässe und den hinteren grossen Saugnapf mit seinen Hakenorganen.

Fig. 2. Diplectanum aequans bei GUNDL. Oc 1. Obj. II. Man sieht den drüsigen Vordertheil, Augen, Schlundkopf, die Verzweigungen der Dotterdrüsen, in der Mittellinie ein Ei und daneben den Penis, Hodenblasen und Keimstock nur als helle Flecke und hinten den complicirten Haftapparat.

Fig. 3. Microcotyle mugilis nov. sp. an einem Kiemenblättchen festsitzend. Im Körper die Verzweigungen der Dotterstöcke, in der Mittellinie der Keimstock und dahinter der von den Hodenblasen eingenommene Raum. Im spitzen Vordertheile die Oeffnungen des Mundes und der männlichen Geschlechtstheile dahinter. GUNDL. Oc. 1, Obj. 0.

Tafel XV.

Fig. 1—4 beziehen sich auf Phyllonella soleae.

Fig. 1. Vordertheil eines leeren Thieres von der Rückenseite, sehr mässig comprimirt, mit sämmtlichen Geschlechtstheilen im Zusammenhange. GUNDLACH, Oc. 1, Obj. II. *a* Drüsen des Lippenrandes; *b* Centralnervenknoten mit den Augen und links mit dem davon ausgehenden Hauptnervenstamme; *c* Schlundkopf mit doppeltem Drüsenkranze; *d* Excretionsräume.

Fig. 2. Geschlechtstheile eines trächtigen Thieres von der Bauchseite. Es wurden nur die zwischen Uterus und Keimstock gelegenen Theile abgebildet. GUNDL. Oc. 1, Obj. IV.

Fig. 3. Die Gegend zwischen Uterus und Keimstock von der Rückenseite. Uterus, Samengang und Dottersack wurden nur durch Contouren bezeichnet. GUNDL. Oc. 1, Obj. V. *a* Oeffnung in die Höhlung des Uterus; *b* äussere Oeffnung des Uterus; *c* Gang von der Schlucköffnung zur Oeffnung *b*; *d* wimpernde Trichteröffnung des Samenblasenganges.

Fig 4. Samenkapsel, Penis und Samengang eines Individuums mit gänzlich leerem Uterus, bei welchem Penis und Samengang nahe bei einander in die Kapsel mündeten. Rückenseite. GUNDL. Oc. 1, Obj. II. *a* Erweiterung des Samenganges, in welche die Penisdrüse einzumünden schien.

Fig. 5. Ausgestossene Samenmaschine von Diplectanum aequans. VERICK. Oc. 1, Tubus ausgezogen, Obj. VII. *a* Quellsubstanz; *b* Samenballen, von den Köpfen der Samenfäden gebildet.

Fig. 6. Zusammenmündung des Keimganges und Dottersackes von Dactycotyle pollachii. Ein Eikeim passirt vor den Dotterballen, von welchen einige in den Keimgang hinaufgetrieben sind, gegen die Schlucköffnung hin. VER. Oc. 1, Obj. VII.

Fig. 7. Stück des Eiganges von Dactycotyle pollachii mit dem Samengange daneben. Im Eigange ein noch nicht zusammengeschweisstes Ei, Deckel (*Eis*[1]) und Becher (*Eis*[2]) noch getrennt. GUNDL. Oc. 1 Obj. IV.

Fig. 8. Schlucköffnung und Eigang von Microcotyle mugilis. Ein Eikeim zwischen den Dotterballen. *Eig*[1] Knickung des Eiganges. GUNDL. Oc. 1, Obj. V.

Fig. 9. Dreifacher Hakenkranz des Penis von Microcotyle labracis. Dieselbe Vergrösserung.

Tafel XVI.

Fig. 1. Combinirte Figur, die Geschlechtstheile von Diplectanum aequans im Zusammenhange von der Rückseite darstellend. Gundl. Oc. 1, Obj. IV. *a* Drüsen des Lippenrandes; *b* Excretionsgefässe; *c* Schlundkopf; *d* contractile Faserzüge zwischen Schlucköffnung und Samenkapsel; Bg^1 Knie des Begattungsganges; Bg^2 innere (hintere) Hälfte des Begattungsganges; Bk^1 äussere, Bk^2 innere Oeffnung der Begattungskeule.

Fig. 2. Das Ootyp von Dactycotyle pollachii von der Bauchseite bei Gundl. Oc. 1, Obj. IV. Der gefüllte Dottersack verbirgt die Fortsetzung des Keimganges, der in seiner hinteren Hälfte stark zusammengezogen ist. Die Samenkapsel ist nur im Contour angegeben; Samengang und dessen Aeste weggelassen.

Fig. 3. Dieselben Theile bei derselben Vergrösserung von der Rückseite. Keimgang und Samengänge gefüllt; die leeren Dottergänge sind weggelassen; der Dottersack keulenartig gefüllt; im gemeinschaftlichen Dotter-Keimgange ein Eikeim zwischen Dotterballen; im Ootyp ein sich bildender Eistiel. Die Figur ist aus Combinirung zweier Aufnahmen entstanden; bei dem einen Individuum waren die Samengänge gefüllt, der Keimgang leer; bei dem andern war das Umgekehrte der Fall. Bei beiden erschien der Dottersack keulenartig gefüllt.

Fig. 4. Geschlechtsorgane von Microcotyle labracis in ihrer natürlichen Lage und Verbindung vom Rücken aus. Es sind nur die vordersten Hodenbläschen gezeichnet. Gundl. Oc. 1, Obj. IV.

Fig. 5. Ootyp desselben Thieres mit den einmündenden Canälen von der Bauchseite aus. Gundl. Oc. 1, Obj. V.

Fig. 6. Ei desselben Thieres bei derselben Vergrösserung. Der hintere Endfaden ist nur in seinem Anfange gezeichnet.

Fig. 7. Die weiblichen Geschlechtsorgane von Udonella lupi, Bauchseite. Die Dotterstöcke mit ihren Einmündungen, so wie der ganze männliche Apparat sind weggelassen. Gundl. Oc. 1, Obj. IV. *a* Drüsen; *b* Oeffnung des Keimganges; *c* Nebenkörper des Hauptei's; *Ut'* innere Uterusöffnung.

Fig. 8. Das Hauptei mit dem daneben liegenden Körper aus dem Keimstocke der vorigen Figur bei Verick Oc. 1, Tubus ausgezogen und Obj. VII. *a* Eisack; *b* Dotterhaut; *c* Keimbläschen; *d* Keimfleck; *e* Nebenkörper.

Die Bewegungen der fliegenden Fische durch die Luft.

Von

Karl Möbius,

Professor in Kiel.

Mit Tafel XVII.

I. Beobachtungen und Ansichten über den Flug der Exocoeten.

Als ich im August 1874 auf französischen Postdampfschiffen von Marseille aus durch das Mittelmeer, den Suezcanal, das Rothe Meer und den Indischen Ocean nach der Insel Mauritius reiste und als ich von dort im Januar und Februar 1875 über die Seyschellen wieder zurückkehrte, habe ich im Indischen Ocean sehr häufig fliegende Fische (Exocoeten) beobachtet. Oft schien ihnen das fahrende Dampfschiff den Anstoss zu ihrem Flug zu geben; denn häufig fuhren sie schaarenweis neben dem Vorderende desselben aus dem Wasser und suchten mit grosser Geschwindigkeit nach beiden Seiten hin das Weite. Sie blieben immer in der Nähe der Wasserfläche. Während sie flogen, machte ihr Körper keine Biegungen, wie beim Schwimmen im Wasser, sondern er blieb gerade ausgestreckt. Der hintere Theil desselben hing gewöhnlich etwas tiefer, als der vordere.

Die Brustflossen verharrten, so lange die Fische über das Wasser hinschwebten, in ausgebreiteter Haltung.

Gegen den Wind flogen die Exocoeten in der Regel weiter, als mit dem Winde. Bildete der Anfang ihres Weges durch die Luft einen grösseren spitzen, einen rechten oder einen kleineren stumpfen Winkel mit der Richtung des Windes, so lenkte sie dieser allmälig in seine Richtung hinein und drückte sie endlich in einem Bogen, dessen Ende mit der Windrichtung zusammenfiel, in das Wasser hinab.

Exocoeten, welche einem kräftigen Winde und dem Laufe der Wellen entgegenflogen, fuhren fast jedesmal, wenn sie einen Wellenberg passirten, etwas in die Höhe; daher schienen sie in ähnlicher Weise von Wellenberg zu Wellenberg zu springen, wie ein schräg gegen eine Wasserfläche geworfener flacher Stein wiederholt aufhüpft.

Die Länge ihrer Luftbahnen suchte ich dadurch abzuschätzen, dass ich sie mit der Länge unseres Schiffes verglich, welche 85 Meter betrug. Die Bahnen der fliegenden Fische waren sehr oft länger und sie brauchten selten mehr als 10 bis 15 Secunden, um dieselben zurückzulegen. Schnell wie wagrecht abgeschossene Pfeile fuhren sie, wenn sie aus dem Wasser kamen, über die wogende Meeresfläche hin; durchschnitten aber dann mit abnehmender Geschwindigkeit die Luft.

Am häufigsten erschienen fliegende Fische über dem Wasser bei Wind und bewegter See. Am 11. Februar 1875, als ich von den Seyschellen nach Aden abfuhr, hatte ich jedoch Gelegenheit, sie auch bei ruhiger See zu beobachten. Das Wetter war heiter, die Luft ruhig und die Meeresfläche glatter, als ich sie jemals im Indischen Ocean gesehen hatte. Nur in langen Dünungswogen hob und senkte sich das Meer. Die fliegenden Fische, welche um uns her aus dem Wasser kamen, gingen meistens quer von dem Vordertheil des Schiffes ab. Einige blieben mit ihrem Schwanze noch kurze Zeit im Wasser, während ihr Vorderkörper mit weit ausgebreiteten Brustflossen schon über der Meeresfläche hinschwebte. Einen sah ich weithin dicht über dem Wasserspiegel fliegen, ohne dass er ihn berührte. Er hielt sich dabei schräg wie ein Papierdrachen. Andere tauchten während ihres Fluges die untere Hälfte ihrer Schwanzflosse wiederholt in das Wasser, und mehrere änderten in demselben Augenblicke, wo sie die Wasserfläche furchten, die Richtung ihrer Luftbahn.

Auf das Deck unseres Schiffes fielen selten fliegende Fische, denn es lag sehr hoch über dem Wasser. Bei einem Sturm am 20. August 1874 östlich von der Insel Sokotora wurden mehrere Exemplare über Bord geworfen, während ich krank in meiner Cajüte lag. Am 15. Februar 1875 flog nach Sonnenuntergang, Abends 6 Uhr 45 Min. ein Exocoetus über Bord, streifte meinen Kopf und die Rückenlehne des Stuhles, auf welchem ich sass, und platschte dann drei Meter hinter mir auf das Deck. Wir dampften und segelten mit halbem Winde[1]). Ich kehrte mein Gesicht dem Winde entgegen. Der Fisch kam also mit dem Winde. Als ich ihn aufhob, leuchtete er an einer Stelle seines

1) »Halber Wind« stösst auf die rechte Seite des fahrenden Schiffes.

Körpers lebhaft hellblau, und meine Finger, die diese Stelle berührt hatten, leuchteten ebenso. Unter Deck bei Kerzenlicht näher untersucht, ergab sich, dass die leuchtende Masse Koth war, der aus dem After hervorkam. Ich öffnete den Fisch und fand den ganzen Darm und Magen mit einem leuchtenden Brei angefüllt, der aus Resten kleiner Krustenthiere bestand. In dem Saale, wo ich den Fisch untersuchte, standen mehrere Stearinkerzen vor mir auf dem Tische; dennoch machte sich das blaue Licht noch recht deutlich geltend, wenn ich den Darmbrei unter den Tisch hielt. Der Fisch war ein Exocoetus brachysoma Bleeker von 20 Cm. Länge.

An diese eigenen Beobachtungen fliegender Fische will ich Auszüge aus Beschreibungen, welche andere Beobachter von ihnen gegeben haben, anreihen, ehe ich auf die Erklärung ihrer Bewegungen durch die Luft eingehe.

Unter den vielen neuen anziehenden Erscheinungen, welche den Naturforschern unter den Tropen entgegentreten, gehören die fliegenden Fische zu den ersten, die ihnen begegnen, wenn ihre Wege dorthin von einem mittel- oder nordeuropäischen Hafen ausgehen. Gewöhnlich erscheinen sie ihnen zuerst jenseit der Canarischen Inseln, weshalb die Reisebeschreibungen meistens in denjenigen Capiteln, welche diesen Meeresgegenden gewidmet sind, auch von fliegenden Fischen handeln.

»Auf dem Wege von Teneriffa nach Bonavista,« heisst es in der Reise um die Welt von Cook, Banks und Solander in den Jahren 1768 bis 1771[1]), »sahen wir (im October 1768) eine grosse Menge fliegender Fische. Wenn man sie vom Cajütenfenster aus betrachtet, sind sie unbeschreiblich schön, denn da sieht man sie unterhalb und von der Seite, und diese glänzt wie geglättetes Silber; wenn man sie aber von dem Verdecke aus sieht, haben sie bei weitem kein so schönes Ansehen, denn da sieht man von oben herab, und nichts als den Rücken, der von dunkler Farbe ist.«

Georg Forster schreibt[2]) : »Im August 1772 sahen wir unter dem 27° n. B. in der Gegend von Ferro verschiedene fliegende Fische, die, von Boniten und Doraden verfolgt, sich über die Oberfläche des Wassers erhoben. Sie flogen nach allen Richtungen, bald hier-, bald dorthin und nicht blos gegen den Wind allein. Auch flogen sie

1) J. Hawkesworth's Geschichte der Seereisen, übersetzt von J. Fr. Schiller, II, Berlin 1774, p. 12.

2) J. R. Forster's Reise um die Welt i. d. J. 1772—75, beschrieben und herausgeg. von dessen Sohne u. Begleiter G. Forster, Berlin 1778, I, 24.

nicht blos in geraden, sondern auch in krummen Linien. Wenn sie im Fluge über die Oberfläche der See die Spitze einer Welle antrafen, so gingen sie durch selbige gerade durch und flogen an der anderen Seite weiter fort. Von dieser Zeit an bis wir den heissen Himmelsstrich verliessen, hatten wir fast täglich das Schauspiel, unabsehliche Züge und Heere dieser Fische um uns her zu sehen. Zuweilen wurden auch einige auf dem Deck gefangen«.

Bory de St. Vincent beobachtete Exocoeten im November 1801 südlich von Teneriffa zu Hunderten. Er schreibt[1]: »Je n'ai pas vu les Exocoets s'élever très-haut; mais j'ai souvent observé qu'ils ne replongeaient dans la mer qu'à une bonne portée de fusil du point d'où ils étaient partis. Selon l'occasion, ils changent la direction de leur vol, et s'abaissent ou s'élèvent parallèlement aux vagues agitées«. — »On rencontre souvent des bancs de plusieurs centaines d'Exocoets de toutes tailles, poursuivis par des Dorades«.

»Par leur vol et leurs immersions promptement successives, ils rappellent ces galets que les enfans dans leurs jeux lancent a la surface d'un lac, et qui, tour-à-tour attirés et repoussés par les eaux, en effleurent la superficie par des ricochets multipliés«.

A. Risso schreibt über Exocoetus volitans Lac. Folgendes[2]:

»C'est dans le moi de mai, aussitôt que les vents cessent de bouleverser la surface de la Mediterranée, que les Exocoets arrivent en phalanges sur nos côtes. Les uns y demeurent pendant plus d'un mois; les autres suivent vers l'Orient leur bruyant voyage. Ces poissons, doués de la faculté de voler, traversent l'air de différentes manières. Assez semblables aux Hirondelles vagabondes, d'ont ils empruntent à Nice le nom vulgaire, ils s'élèvent, s'abaissent, rasent l'atmosphère marine, et en décrivant plusieurs courbes, ces Abdominaux semblent confier la sûreté de leur vie à la puissance de leurs ailes. Poursuivis bien souvent par des Thons et des Pélamides, la terreur et l'épouvante se mettent dans leurs rangs, et pour échapper au péril qui menace, il s'élancent dans l'air«.

Capitän de Freminville theilt u. A. Folgendes über fliegende Fische mit, die er im Mai 1829 im Atlantischen Ocean beobachtete[3]: »J'ai pu avoir vivans plusieurs Exocoets, douze à quinze de ses poissons étant tombés un soir sur le gaillard d'avant de mon navire. Jamais je ne les avais vus s'élever aussi haut dans leur vol; car, pour retomber ainsi

1) Voyage dans les quatre principales îles des Mers d'Afrique. T. I, Paris 1804, p. 85, 86.

2) Ichthyologie de Nice, Paris 1810, p. 351.

3) Annales des scienc. nat. T. XXI, Paris 1830, p. 102—103.

sur le tillac (Oberdeck) de ma frégate, il leur avait fallu s'élever de près de dix-huit pieds au-dessus de l'eau«. — »J'ai été à même de me convaincre qu'ils volent bien réellement, et impriment aux nageoires qui leur servent d'ailes, un mouvement rapide, une espèce de frémissement qui les fait se soutenir et avancer dans l'air«. — »J'ai vu des Exocoets voler et s'avancer, en parcourant une distance de plus de cinquante toises, dans une direction horizontale«.

U. de Tessan sah fliegende Fische im Grossen Ocean im Mai 1837 auf einer Fahrt von Callao nach Lima. Er schreibt darüber u. A. Folgendes[1]: »J'ai très-bien vu un poisson-volant battre d'abord des ailes en l'air, et puis les faire vibrer en planant.«

H. Burmeister beobachtete auf seiner Reise nach Brasilien Exocoetus exiliens und Exocoetus volitans. Er sagt[2]: »Sie kommen, durch das Schiff aufgeschreckt, gewöhnlich zu beiden Seiten neben dessen Vordertheil aus dem Wasser hervor, und fliegen von da seitwärts über der Fläche des Meeres in 2—4 Fuss Abstand hin. Ich verfolgte sie lange Zeit mit den Blicken und sah bestimmt, dass sie keine Art Bewegung mit den grossen Brustflossen machen, sondern dieselben ruhig ausgespannt wie einen Fallschirm halten. Auch die viel kleineren Bauchflossen waren gespannt. Das Thier bog während des Flugs den sich hebenden Wellen sichtbar aus und schwebte am liebsten im Wellenthal hin, den Krümmungen desselben sich anschliessend. Nach einem Wege von 100—150 Fuss pflegen sie ins Wasser zurückzufallen. Die Fische fliegen bald einzeln, bald in Trupps zu 10, 20 bis 100 auf, und scheinen durch Beute suchende Wasserbewohner aus ihrem Elemente herausgetrieben zu werden. Wir fingen nie einen bei Tage, weil sie die Richtung des Schiffes erkennen und ihm ausweichen; nur bei Nacht fallen sie auf das Verdeck«. — »Sie fliegen nur, wenn mässiger Wind wehet, weil es der Wind ist, welcher sie trägt; bei Windstille habe ich nie einen fliegenden Fisch gesehen. Während des Fluges hängt der Schwanz etwas abwärts, und die untere grössere Hälfte der Schwanzflosse taucht öfters ins Wasser ein.«

In der »Reise der Oesterreichischen Fregatte Novara um die Erde in den Jahren 1857—1859«, herausgegeben von v. Wüllerstorf-Urbair, heisst es, Theil I, 1861, p. 109:

»Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man, dass die flügelartigen Brustflossen der fliegenden Fische einer zitternden Bewegung, gleich

1) Voyage autour du Monde sur la Vénus par du Petit Thouars X. (Physique V. par U. de Tessan) Paris 1844, p. 149.

2) Reise nach Brasilien, Berlin 1853, p. 36.

den Flügeln der Heuschrecken fähig sind, wodurch sie den durch Muskelkraft hervorgerufenen schiefen Sprung aus dem Wasser unterstützen und in einer Höhe von 2 bis 3 und selbst mehr Fuss über der Oberfläche des Meeres oft an 50 Klafter Weg zurücklegen«. — »So oft sich fliegende Fische zeigten, kamen auch Boniten (Thynnus Pelamys) zum Vorschein; oft sahen wir dieselben, nach einem fliegenden Fische schnappend, aus dem Wasser hervorschiessen, oder, wenn das Erhaschen nicht gelang, ihm unter dem Wasser in der Richtung des Fluges nacheilen«. — »Bei kleineren, niedrigen Schiffen fallen Nachts oft viele auf Deck; bei der Novara, deren Bordrand sich gegen 20 Fuss über den Meeresspiegel erhebt, war dies nicht möglich, gleichwohl geriethen einige, welche auf die Rüsten der Wanten niederfielen, in unsere Hände«.

Auf der Preussischen Expedition nach Ost-Asien sah E. v. Martens [1]) die ersten fliegenden Fische im Atlantischen Ocean »am 20. April 1860 unter 21° Nordbreite und dann häufig in den folgenden Tagen bei sanftem Ostnordost- und Ostsüdostwind. Sie zeigen sich stets schaarenweise und fliegen mit beträchtlicher Schnelligkeit wie Silberpfeile über die See dahin, nie höher als einige Fuss über derselben, und die Linie ihres Fluges schmiegte sich oft deutlich den Wellenbergen und Wellenthälern an«. — »Die Richtung ihres Fluges war meist rechtwinklig zum Winde, dem Lauf des Schiffes scheinbar entgegen und nach auswärts von ihm sich abwendend; bei kürzeren Strecken erschien sie geradlinig, bei längeren wurde gegen Ende des Fluges ein horizontaler Bogen beschrieben, als ob der ermüdete Fisch durch den Einfluss des Windes von seiner ursprünglichen Richtung abgebracht würde. Das Abbiegen trat zu bestimmt in einem gewissen Augenblick ein, als dass es auf Rechnung der stetigen Ortsveränderung des Beobachters allein kommen könne. Die Weite des Fluges wechselt innerhalb ziemlich enger Grenzen; sie scheint für einen Sprung zu gross, für wirklichen Flug zu klein und zu wenig veränderlich. Laurie (Sailing directory for the ethiopic or south atlantic ocean, 4 th edit, London 1855, p. 36) schätzt sie auf 60—80 englische Yards. Man kann den Fisch vollkommen gemächlich mit dem Auge verfolgen; die Dauer des Fluges schien mir nie eine Minute zu erreichen. Während des Fluges war die weisse Bauchseite des Fisches etwas gegen den Wind gerichtet, so dass die Fische, von Leebord aus gesehen, weiss, von Luvbord [2]) aus dunkel er-

1) Die Preussische Expedition nach Ost-Asien. Zoologischer Theil, bearb. von Prof. Dr. E. v. Martens, I, Berlin 1876, p. 28.

2) Luvbord ist die dem Winde zugekehrte Brüstung des fahrenden Schiffes, Leebord die von dem Winde abgekehrte.

schienen«. — »Man sieht sie am schönsten bei Sonnenschein, aber sie fliegen auch bei Nacht. Eines Abends war einer durch eine Stückpforte in der Batterie der Fregatte Thetis, etwa 8 Fuss über Wasser, hereingeflogen. Auf dem Schooner Frauenlob, dessen Bord weit niedriger über Wasser war, als der unserer Fregatte, kamen sie Nachts in grosser Menge auf das Verdeck geflogen. Während Windstille wurden keine mehr gesehen«.

Dr. S. Kneeland beschreibt die fliegenden Fische, welche er auf einer Reise von San Francisco nach Panama im Jahre 1870 beobachtete, mit folgenden Worten [1]: »The ventrals were expanded like the pectorals in the act of flight. They rose out of a perfectly smooth sea, showing that they are not mere skippers from the top of one wave to another; they could be seen to change their course, as well as to rise and fall, not unfrequently touching the longer, lower lobe of the tail to the surface, and again raising, as if they used the tail as a powerful spring. While the ventrals may have acted chiefly as a parachute, it seemed that the pectorals performed, by their almost imperceptible but rapid vibrations, the function of true flight«.

W. Chimmo [2]) sah fliegende Fische nie weiter fliegen, als die Länge des englischen Kriegsschiffes Nassau betrug (340 Fuss). Sie besitzen, nach dessen Beobachtungen, die Fähigkeit, mittelst ihres Schwanzes Wendungen zu machen, indem sie ihn wie ein Steuer gebrauchen.

Wyville Thomson gedenkt der fliegenden Fische in »The Voyage of the Challenger, The Atlantic I, 1877, p. 199 an folgender Stelle:

»Lovely Dolphins (Coryphaena hippurus) passed in their varying iridescent colouring from the shadow of the ship into the sunshine, and glided about like living patches of rainbow. Flying-fish (Exocoetus evolans) became more abundant, evidently falling a pray to the dolphins, which are readily deceived by a rude imitation of one of them, a white spinning bait, when the ship is going rapidly through the water«.

Wenn ich das rein Thatsächliche, was diese Mittheilungen verschiedener Beobachter enthalten, und was ich aus Unterredungen mit praktischen Seeleuten über fliegende Fische schöpfte, von allen theore-

1) Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XIV, 1870—1871. Boston 1872, p. 138.

2) Nach dem »Field«, Oct. 28, 1871, mitgetheilt im »Zoologischen Garten«, herausg. v. F. C. Noll, 12. Jahrg. 1871, p. 378.

tischen Einmischungen ablöse, so lässt sich dasselbe in folgende Sätze zusammenfassen:

Die Exocoeten schiessen mit grosser Geschwindigkeit ohne Rücksicht auf die Richtung des Windes und den Lauf der Wellen aus dem Wasser.

Sie machen mit ihren Brust- und Bauchflossen während des Fluges keine regelmässigen Flatterbewegungen, sondern spannen sie ruhig aus.

An den ausgebreiteten Brustflossen können sehr schnelle Vibrationen auftreten.

Der Hinterkörper hängt, während die Fische schweben, etwas tiefer, als der Vorderkörper.

Gerade gegen den Wind fliegen sie gewöhnlich weiter, als mit dem Winde, oder wenn ihre Bahn und die Richtung des Windes einen Winkel miteinander bilden.

Die meisten Exocoeten, welche gegen den Wind oder mit dem Winde fliegen, verharren auf ihrer ganzen Flugbahn in derjenigen Richtung, in welcher sie aus dem Wasser kommen.

Winde, die von der Seite auf die ursprüngliche Bahn der Exocoeten stossen, lenken diese in ihre Richtung hinein.

Alle Exocoeten, welche sich von den Schiffen entfernen, schweben auf ihrem ganzen Wege durch die Luft in der Nähe der Wasserfläche hin.

Wenn sie bei stärkeren Winden dem Laufe der Wellen entgegenfliegen, so fahren sie über jedem Wellenberge gewöhnlich etwas in die Höhe; zuweilen schneiden sie mit dem Schwanze in den Gipfel desselben etwas ein.

Nur solche Exocoeten erheben sich zu bedeutenderen Höhen (höchstens bis ungefähr 5 Meter über den Meeresspiegel), deren Luftbahn durch ein Schiff gekreuzt wird.

Bei Tage fallen selten fliegende Fische auf die Schiffe, sondern meistens bei Nacht, und niemals bei Windstille, sondern nur wenn Wind wehet. Am meisten fallen sie auf Schiffe nieder, welche nicht höher als 2 bis 3 Meter über Wasser liegen, wenn diese an dem

Winde[1]) oder mit halbem Winde[2]) segeln und gute Fahrt machen.

Niemals kommen fliegende Fische von der Leeseite, sondern immer nur von der Windseite her an Bord.

Nicht selten beschreiben sie, sobald ihre Schwanzflosse in das Wasser taucht, in der horizontalen Ebene ihrer Bahn einen Bogen nach der rechten oder linken Seite hin.

Bei Wind und bewegter See erscheinen sie häufiger über dem Wasser, als bei ruhigem Wetter.

Vor Schiffen, welche zwischen ihre schwimmenden Herden fahren, entfliehen die Exocoeten ebenso in die Luft, wie vor Raubfischen und Cetaceen.

Viele der Schriftsteller, welche über fliegende Fische schreiben, halten deren Brustflossen für Organe, welche ebenso arbeiten, wie die Flügel der Vögel, Fledermäuse und Insecten. Selbst viele reisende Naturforscher, welche Hunderte von Exocoeten zu beobachten Gelegenheit hatten, stimmen dieser verbreiteten Ansicht bei, z. B. A. v. Humboldt, wenn er sagt[3]): »Von dem 22. Grad der Breite fanden wir die Oberfläche des Meeres mit fliegenden Fischen bedeckt; sie schwangen sich 12, 15, selbst 18 Fuss hoch in die Luft und fielen auf das Verdeck«. — »Der Fisch ist fähig, sich in horizontaler Richtung bis in eine Entfernung von 20 Fuss fortzuschwingen, ehe er von neuem die Oberfläche des Meeres mit dem Ende seiner Flossen berührt. Man hat sehr schicklich diese Bewegung mit der eines platten Steines verglichen, welcher einen oder zwei Fuss hoch über die Wellen aufhüpft. Ungeachtet der erstaunlichen Geschwindigkeit dieser Bewegung kann man sich überzeugen, dass das Thier während des Sprungs die Luft schlägt, das heisst, dass es abwechselnd die Brustflossen öffnet und schliesst«.

De Freminville[4]) sagt in der oben p. 346 citirten Stelle, dass die Exocoeten »wirklich fliegen«. Valenciennes[5]) ist derselben Ansicht, und in der Reise der Novara (I, p. 109) wird dieselbe Meinung aus-

1) Segelt man »an oder bei dem Winde«, so kommt der Wind etwas schräg von vorn und stösst auf die Seite des fahrenden Schiffes.

2) Segelt man »mit halbem Winde«, so kommt derselbe von rechts und stösst rechtwinklig auf die rechte Seite des fahrenden Schiffes.

3) Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents. I. Stuttgart, 1815, p. 306 u. 307.

4) Ann. des scienc. nat. XXI, 1830, p. 102.

5) Cuvier et Valenciennes, Histoire nat. des poissons, XIX, 1846. p. 68.

gesprochen, welcher sich auch E. v. Martens (S. oben p. 348), S. Kneeland (S. oben p. 349) und J. B. Pettigrew [1]) anschliessen.

Sehr häufig wird auch die Meinung ausgesprochen, dass ihr Flug nur deshalb von kurzer Dauer sei, weil ihre Brustflossen durch Trockenwerden ihre Bewegbarkeit verlören. Kneeland sagt in dieser Beziehung [2]): The animal therefore suddenly drops when the membrane becomes stiff. I do not see how the drying of the pectorals would affect their action as parachutes«.

Aber wer hat denn jemals das Trockensein der Brustflossen eines fliegenden Fisches am Ende seiner natürlich erlöschenden Flugbahn beobachten können? Denn dann fallen sie ja nicht auf Schiffe nieder, sondern ins Meer zurück. Dass die fliegenden Fische deshalb niedersinken, weil ihre Flossen durch Austrocknen steif geworden seien, ist also eine reine Erfindung, zu welcher man seine Zuflucht nahm, weil man die wahren Ursachen ihrer Bewegung durch die Luft nicht erkannte.

Wenn ich diesen Stimmen gegenüber, wie H. Burmeister, behaupte, dass sich die fliegenden Fische nicht durch flatternde Bewegungen ihrer Brustflossen über dem Wasser halten und weitertreiben, sondern dass sie diese während ihres Fluges ausgebreitet und andauernd in gleicher Höhe halten, so stütze ich mich nicht allein auf meine eigenen Beobachtungen zahlreicher Exocoeten und eines Dactylopterus orientalis, während sie flogen, sondern besonders auch auf weitergehende anatomische Untersuchungen von Exocoeten, als bisher angestellt worden sind, und auf physikalische Thatsachen, welche bei der Erklärung ihrer Bewegungen durch die Luft eine sehr wichtige Rolle spielen, aber trotzdem von keinem andern Beschreiber fliegender Fische bis jetzt beachtet wurden.

Die Zähigkeit, mit welcher selbst manche so gute Beobachter, wie ich oben anführte, daran festhalten, dass die fliegenden Fische ihre Brustflossen flügelartig bewegen, ist mir psychologisch und historisch sehr wohl begreiflich.

Die kurze, aber sehr bezeichnende Beschreibung der Meerschwalben (χελιδών, wahrscheinlich Dactylopterus volitans Cuv.) in der Thierkunde des Aristoteles [3]), wo sie angeführt werden als »Fische

1) On the mechanical appliances by which flight is attained in the animal kingdom. Transact. of the Linnean Soc. of London: Vol. 26, Part. I, 1868 p. 197 und: Die Ortsbewegungen der Thiere. Deutsche Ausgabe, Leipzig 1875, p. 78.

2) Proceed. Boston Soc. of Nat. Hist. XIV, 1870—1871, p. 138.

3) Aristoteles' Thierkunde, Text mit deutscher Uebersetzung von Aubert und Wimmer, I, 1868, p. 432 u. 433 (Lib. IV, Cap. 9).

mit langen und breiten Flossen, welche schwebend über das Meer hinfliegen, ohne es zu berühren«, und die kurze Bemerkung des PLINIUS[1]), dass ihr Flug dem Fluge der Schwalben sehr ähnlich sei, sind offenbar die Veranlassung gewesen, dass sich die meisten aus diesen alten Naturhistorikern schöpfenden Autoren, welche niemals lebendige fliegende Fische gesehen hatten, die Vorstellung machten, ihre Brustflossen würden ebenso bewegt, wie die Flügel der Vögel. Was sie sich blos vorstellten, drückten sie aber wie etwas Gesehenes in Worten aus, und Andere nahmen es dann für etwas wirklich Beobachtetes von ihnen an. So vererbte sich die falsche Vorstellung von dem »wirklichen Fliegen« der Exocoeten und Dactylopteren durch C. GESNER[2]), F. Willughby[3]) und andere ältere Ichthyologen nicht nur bis in die LINNE'sche und CUVIER'sche Periode der Zoologie, in der BLOCH[4]), LACEPÈDE[5]), OKEN[6]) und VALENCIENNES[7]) viel zu ihrer Verbreitung und Befestigung beitrugen, sondern von diesen sogar bis in die Reisebeschreibungen und die besten zoologischen Handbücher unserer Zeit.

Wenn die Brustflossen der fliegenden Fische während der ganzen Luftfahrt wirklich ähnliche Bewegungen machten, wie die Flügel der Fledermäuse, Vögel und Insecten, so würde man sie eben so gut wahrnehmen können, wie die Schläge gleich grosser Fledermaus- und Vogelflügel.

Flatternde Bewegungen der grossen, ziemlich glänzenden Brustflossen würden sich durch abwechselndes Erscheinen und Verschwinden des von ihnen reflectirten Lichtes bemerkbar machen. Sie würden keinem aufmerksamen Beobachter, der von der Höhe eines Schiffes herab die Brustflossen fast in ihrer vollen Ausdehnung übersieht, entgehen. Aber ich habe, so oft und so lange ich fliegende Fische, welche in der Nähe unseres Schiffes aus dem Wasser fuhren, mit meinen Augen verfolgen konnte, niemals in ähnlicher Weise unterbrochen reflectirtes Licht von den Brustflossen empfangen, wie von Flügeln fliegender Vögel und Fledermäuse.

Das schnelle Schwirren oder Vibriren der ausgebreiteten Brustflossen, welches manche Beobachter fliegender Fische verleitet hat, ihnen wirkliche Flugbewegungen zuzuschreiben, entsteht nicht etwa durch Muskelarbeit, sondern kommt dadurch zu Stande, dass die Ela-

1) PLINIUS, Natur. hist. Lib. IX, 26 (Recens. D. DETLEFSEN Vol. II, Berol. 1867, p. 105.
2) Fischbuch, übersetzt von FABER, Zürich 1575, p. 18.
3) Hist. piscium, Oxfordii 1686, p. 284. Append. p. 18.
4) Naturgesch. d. ausländ. Fische Theil 9. 1791, p. 4.
5) Poissons, III, p. 290. 6) Allgemeine Naturgesch. VI, 1836, p. 384.
7) CUVIER et VALENCIENNES, Hist. nat. des Poissons, XIX, 1846, p. 70.

sticität der ausgespannten Flossenplatte und der Luftdruck einander abwechselnd entgegenwirken. Unter welchen Umständen dies geschieht, werde ich später angeben.

Wer den Brustflossen flügelartige Schwungbewegungen von fast nicht mehr wahrnehmbarer Geschwindigkeit beimisst, wie mehrere der oben citirten Autoren, der hat erst zu beweisen, dass die fliegenden Fische auch wirklich die Kräfte besitzen, sie auszuführen, ehe er erwarten darf, dass seine Behauptung wie eine wissenschaftlich begründete Thatsache aufgenommen werde.

Ein Sperling macht in der Secunde 13 Flügelschläge, eine wilde Ente 9, und eine Taube 8 Schläge[1]. Wenn die fliegenden Fische in der Secunde eine noch grössere Anzahl Flossenschläge machen sollten, so müssten sich die Muskeln derselben noch schneller verkürzen können, als die Brustmuskeln der Vögel und aller anderen Wirbelthiere.

Die Zuckungsdauer der Exocoetenmuskeln ist nicht bekannt; bei anderen Fischen hat sie Marey[2] zwar kürzer gefunden, als bei Säugethieren und beim Menschen (wo sie $\frac{6-8}{100}$ Secunden beträgt), aber doch länger als bei Vögeln, welche eine Zuckung in $\frac{4}{100}$ Secunden ausführen können[3].

Prof. V. Hensen[4] bestimmte auf meine Bitte im physiologischen Institut zu Kiel in meiner Gegenwart die Zuckungsdauer eines Muskelstückes von der Bauchseite eines Cottus scorpius L. aus dem Kieler Hafen. Die Verkürzung dauerte $\frac{7,57}{100}$ Secunden, die Wiederausdehnung $\frac{8,33}{100}$ Secunden, die ganze Zuckung also $\frac{15,9}{100}$ Secunden. Unter Hensen's Anleitung fand 1868 Th. Klünder, dass bei Froschmuskeln die Verkürzung $\frac{5-8}{100}$ Secunden dauert, die Wiederausdehnung $\frac{9}{100}$ Secunden, die ganze Zuckung also $\frac{14-17}{100}$ Secunden.

Von grosser Bedeutung ist bei dieser Frage auch die Grösse der Muskeln, welche die Flügel und Flossen in Bewegung setzen. Nach P. Harting's Untersuchungen[5] verhält sich im Mittel das Gewicht der Brustmuskeln zu dem Gewicht des ganzen Körpers bei Vögeln wie

1) M. Marey, Mémoire sur le vol des Insectes et des oiseaux. Ann. des sc. nat. Ser. V. Zool. XII, 1869, p. 111. Marey nennt hier und in der nächstcitirten Schrift die momentane Verkürzung eines Muskels sammt der darauf folgenden Wiederverlängerung »secousse musculaire«. Ich brauche dafür das Wort Zuckung.

2) Marey, Du mouvement dans les fonctions de la vie, 1868, p. 218.

3) Ann. des sc. nat. Ser. V. Zool. XII, 1869, p. 86.

4) V. Hensen, Arbeiten aus dem physiologischen Institut in Kiel, 1868. Kiel 1869, p. 107.

5) Observations sur l'étendue relative des ailes et des poids des muscles pectoraux chez les animaux vertébrés volants. Archives Neerlandaises des sc. exact. et nat. IV. 1869, p. 33.

1 : 6,22; bei Fledermäusen wie 1 : 13,6. Bei Exocoeten aber verhält sich nach meinen Untersuchungen im Mittel das Gewicht der Brustflossenmuskeln zum Gewichte des ganzen Körpers wie 1 : 32,4.

Ich stütze mich also, wenn ich bezweifle, dass flugartige Bewegungen der Brustflossen wirklich gesehen worden seien, nicht blos auf das, was meine Augen während des Fluges an Exocoeten wahrgenommen haben, sondern auch noch auf physiologische und anatomische Thatsachen, welche ich erst weiter unten ausführlicher mittheilen werde.

Prof. E. v. Martens, welcher in der oben p. 348 angeführten Stelle nur einmal die Bewegung der Brustflossen im Flug gesehen zu haben glaubt, obgleich er ebenso wie ich oft Schaaren derselben über dem Meeresspiegel beobachtete, wird in seiner Ansicht, dass die Brustflossen als Flügel dienen, noch dadurch bestärkt, dass er an einer derselben anhaltend heftig zitternde Bewegungen wahrnahm, während er einen lebenden Exocoetus in der Hand hielt.

A. v. Humboldt [1]) beobachtete, dass sich die Strahlen der Brustflosse eines Exocoetus »mit einer fünfmal grösseren Kraft bewegten, als die Strahlen anderer Flossen, wenn er ihre Nerven galvanisch reizte«.

Allein auch diese Thatsachen können mich nicht zu der verbreiteten Ansicht bekehren; denn ihre Brustflossen bewegen alle Fische, so lange sie ausser dem Wasser noch lebenskräftig sind; die Exocoeten ihre grossen mit kräftigeren Muskeln natürlich stärker, als andere Fische ihre kleineren, weil diesen schwächere Muskeln zur Verfügung stehen.

A. v. Humboldt sucht seine Meinung, dass die Exocoeten mit den Brustflossen die Luft schlagen, auch noch dadurch zu stützen, dass er an ähnliche Bewegungen bei einer Scorpaena erinnert, obwohl er sie nicht selbst gesehen hat. Dieser Fisch ist Scorpaena (Pterois) volitans L., von welcher Lacepède in seiner Histoire naturelle des Poissons, Vol. III, p. 290 schreibt: »La Scorpène emploie une sorte d'aile plus développée, lorsqu'elle frappe en arrière contre les couches atmosphériques«. Aber auch Lacepède, auf dessen Beschreibung der Flugbewegungen sich Humboldt (a. a. O. p. 307) beruft, hatte die Scorpaena nicht lebend gesehen. Ja, dieser Fisch macht gar keine Bewegungen durch die Luft, wie Cuvier und Valenciennes nach Bennet mittheilen (Poissons IV, p. 352 u. 361). Die Fischer von Mauritius wissen auch nichts von seinem Fluge, obgleich er auf den dortigen Korallenriffen nicht selten ist.

Auf dem Korallenriff im Südosten der Insel Mauritius hatte ich Gelegenheit, auch einen Flugfisch aus der Ordnung der Acanthoptery-

1) Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents. I. Stuttgart 1815, p. 307.

gier bei seiner Bewegung durch die Luft zu beobachten. Es war ein 24 Cm. langer Dactylopterus orientalis C.V. Ich fuhr mit meinen Fischern in einem Kahn im hellen Sonnenschein über den ruhigen Theil des Küstenriffes, als der Dactylopterus vor uns aus dem klaren Wasser kam und schnell, wie eine Schwalbe, dicht über der glatten Oberfläche hinschwebte. Wir verfolgten ihn durch kräftiges Vorwärtsstossen des Kahns. Seine prachtvoll blau gefleckten Brustflossen blieben als zwei grosse Platten zu beiden Seiten des Körpers unbewegt entfaltet. Davon habe ich mich mit solcher Sicherheit überzeugt, dass ich kein Bedürfniss fühle, mich über die Richtigkeit meiner Wahrnehmung noch durch Berufung auf ähnliche Beobachtungen Anderer erst vollkommen zu beruhigen. Der Fisch würde mit den Brustflossen auf das Wasser geschlagen haben, wenn er sie flatternd bewegt hätte, so nahe war er dem Meeresspiegel. Dieser aber behielt auch unter ihm seine Ruhe und Glätte. Als der Kahn dem Fische nicht mehr folgen konnte, weil das Wasser zu flach ward, sprang einer der Fischer ihm nach und fing ihn mit den Händen.

II. Ueber den Bau der fliegenden Fische für ihre Bewegung durch die Luft.

Die Strahlen der Brustflosse.

Die Strahlen der Exocoetenbrustflosse bestehen, wie die Strahlen der paarigen und medianen Flossen anderer Teleostier aus zwei Knochenstäben[1]) welche ich Halbstrahlen nennen will, um sie in der folgenden Beschreibung kurz und bestimmt bezeichnen zu können. Die distalen Hälften dieser Strahlen (den ersten ausgenommen) sind dichotom getheilt.

Vergleicht man die vordere Fläche der Exocoetenbrustflosse, nachdem man sie von dem Körper abgezogen und ausgebreitet hat, mit der Brustflosse anderer Knochenfische, so wird man eine merkwürdige Eigenthümlichkeit bemerken, nämlich Furchen zwischen den aufeinander folgenden Strahlen (Taf. XVII, Fig. 1)[2]). Diese Furchen sind am tiefsten in dem proximalen Drittel der Flosse und verschwinden erst in dem distalen Drittel da, wo eine zweite dichotome Theilung der

1) Vgl. J. F. Meckel, System der vergleich. Anat. II. 1. 1824, p. 297. — G. Cuvier et Valenciennes, Hist. nat. des Poissons, I, 1828, p. 367. — H. Stannius, Vergl. Anat. d. Wirbelthiere, Berlin 1846, p. 45.

2) Linné beschreibt diese Eigenthümlichkeit mit den Worten: »Pinnae pectorales radiis antice carinatis«. (Syst. Nat. Ed. XIII, 1766, I, p. 520.)

Strahlen eintritt. Sie entstehen dadurch, dass der vordere und der hintere Halbstrahl eine andere Form besitzen und in anderer Weise nebeneinander liegen, als bei andern Teleostiern. Bei dem Dorsch (Gadus morrhua L.) z. B. kehren die zusammengehörenden Halbstrahlen der Brustflosse ihre concaven Seiten so gegeneinander, wie Fig. 1 *b* auf Taf. XVII darstellt.

Bei den Exocoeten sind die proximalen Theile der Halbstrahlen sehr breit, ihr Querschnitt ist nur schwach concav-convex und während die Halbstrahlen der Dorschbrustflosse und vieler anderen Knochenfische getrennt bleiben, sind sie bei den Exocoeten an ihren oberen schmalen Rändern durch eine Nath fest vereinigt.

Besonders breit sind die hinteren Halbstrahlen in der Nähe ihres proximalen Endes, unmittelbar neben den Ansatzpuncten der Sehnen, welche von den Muskeln zu den einzelnen Strahlen gehen. Hier haben sie eine sensenartige Form und greifen derart übereinander, dass der untere Rand jedes vorhergehenden Halbstrahls den obern Rand des nachfolgenden bedeckt (Taf. XVII, Fig. 3). (Ich erinnere an ein ähnliches Verhalten der mit Hakenfortsätzen versehenen Vogelrippen.) Auf diese Weise bilden sie eine Reihe schmaler Platten, die alle gemeinschaftlich, wie eine einfache breite Platte zurückweichen müssen, wenn von vorn her ein Stoss oder Druck gegen die tieferen Strahlen ausgeübt wird; und umgekehrt müssen die untern Strahlen mit den obern zugleich vorwärts gehen, wenn die obern nach vorn gezogen werden.

Die Naht, durch welche jeder vordere Halbstrahl mit seinem hintern verbunden ist, läuft an der obern Kante des hintern Halbstrahls entlang. Beide Halbstrahlen stossen in einem ziemlich grossen spitzen Winkel zusammen, bilden also miteinander eine dreieckige Furche. Indem sich die Furchen aller Halbstrahlenpaare schwach divergirend aneinanderreihen, entstehen die vierkantigen Furchen, welche an der Vorderseite der Exocoeten-Brustflosse verlaufen (Fig. 1 u. 2).

An der Brustflosse eines Exocoetus nigricans Benn., deren Länge 160 Mm. beträgt, sind die grössern Furchen, 15 Mm. von dem Gelenk entfernt, 1,5 Mm. tief. Bei einem Exocoetus rufipinnis C. V. von 310 Mm. ganzer Körperlänge, der 175 Mm. lange Brustflossen besitzt, sind die grösseren Furchen bis 2 Mm. tief. Bei einem 480 Mm. langen Exocoetus bahiensis Ranz. erreichen sie eine Tiefe von 4—5 Mm.

Jede dieser Furchen wird ein Windfang, wenn ein Luftdruck gegen die Vorderseite der Brustflosse ausgeübt wird.

Vergleicht man die Dicke zweier zusammengehörenden Halbstrahlen, so findet man, dass die vordern dicker sind als die hintern und dass sie in derjenigen Richtung den grössten Dickendurchmesser haben,

in welcher die Luft auf die Flosse drückt, wenn der Fisch fliegt. Sie setzen also in der Lage, die sie einnehmen, dem Luftdruck den grössten Widerstand entgegen, dessen sie fähig sind, nach dem Cohäsionsgesetze nämlich, dass die relative Festigkeit eines Stabes sich wie das Quadrat seiner Höhe verhält. Ihre proximalen Theile werden daher durch den Druck der Luft weder gebrochen, noch gebogen, sondern treten demselben als steife, also erhaltungsmässig gebildete Hebel, der Körperlast entgegen.

Da die distalen Hälften der Strahlen dünner sind als die proximalen und da sie aus Gliedern bestehen, so setzen sie dem Drucke der Luft einen geringeren Widerstand entgegen und können daher durch denselben gebogen werden.

Nach Untersuchungen skeletirter Brustflossen der Arten Exocoetus evolans L., E. nigricans Benn. und oxycephalus Bleek., sind an den meisten vordern Halbstrahlen (einige Millimeter von ihren Gelenkflächen) dreieckige Fortsätze entwickelt, welche Sehnen zur Anheftung dienen. Sie fehlen nur den beiden obersten und den letzten Strahlen und sind am besten vom zweiten bis fünften Strahl ausgebildet (Fig. 1).

Die Gelenkflächen der vordern und hintern Halbstrahlen sind convex, ihre Umrisse sind vier- oder dreiseitig (Fig. 1 *a*). An die Gelenkflächen der hintern Halbstrahlen schliessen sich schmal flügelförmige Fortsätze an. Dies sind die proximalen Enden der sensenförmigen Basalstrecken der hintern Halbstrahlen. An ihnen befestigen sich Sehnen.

Die Haut, welche die Räume zwischen den Flossenstrahlen ausfüllt (Fig. 1, *eH*), enthält feine gekreuzte Bindegewebsfasern, deren Elasticität die von einander entfernten Strahlen wieder zusammenzieht. Ebenso wirkt auch eine Reihe von Bändern, welche in den Furchen der Flosse, dicht ausserhalb der dreieckigen Fortsätze der vordern Halbstrahlen liegen (Taf. XVII, Fig. 1 *B*).

Die Flossenstrahlen bilden ein Gelenk mit dem obern freien Rande der Scapula und mit vier Basalknochen, welche fest vereinigt sind theils mit dem untern Theile des hintern Scapularandes, theils mit dem hintern Rande des Coracoids. (Die äusserst feinen Verwachsungsnähte dieser Knochen machte ich mir dadurch deutlicher sichtbar, dass ich den Schultergürtel einige Stunden in einer alkoholischen Lösung von Fuchsin liegen liess und darauf eine kurze Zeit in Wasser brachte.)

Löst man die Basalknochen durch Maceration ab, so sieht man, dass von dem vordern Rande eines jeden zwei flügelartige Schenkel abgehen, mit welchen sie den Rand der Scapula und des Coracoids rei-

tend umfassen (Taf. XVII, Fig. 1c). Diese Flügel sind bei dem obersten Basalknochen kleiner, als bei den weiter abwärts sitzenden.

Die Clavicula besteht aus einem lateralen und einem medialen Flügel, welche beide vorn in einem spitzen Winkel zusammenstossen. Oben tragen sie einen kräftigen Fortsatz, in dessen concaver hinterer Fläche einer der Brustflossenmuskeln entspringt (Fig. 1, 4 u. 5 *C*, *F*).

Scapula und Coracoid haben in derselben Fläche, in welcher der mediale Flügel der Clavicula entwickelt ist, eine so grosse Ausdehnung, dass sie mit diesem Flügel zusammen eine einzige Platte bilden, in welcher ausser einem ovalen Loche, oben in der Scapula für die Nerven der Brustflosse, nur noch kleine Durchbrechungen zwischen Clavicula und Coracoid auftreten. Aber auch diese können verschwinden, so dass der ganze mediale Flügel der verwachsenen Schulterknochen den Muskeln sehr grosse Ursprungsflächen darbietet (Fig. 1, 4 u. 5).

Zwei Ossa supraclavicularia verbinden den Schultergürtel mit dem Hinterhaupte. Beide sind grätenförmig schmal und gebogen. Der untere liegt gänzlich auf dem obern Fortsatz der Clavicula; der obere geht von hier nach dem Schädel [1]).

Von allen Fisch-Schultergürteln, welche ich mit dem Bau des Exocoeten-Schultergürtels vergleichen konnte, ist diesem am ähnlichsten der Schultergürtel von Belone vulgaris Flem., also der eines Knochenfisches, welcher wie die Gattung Exocoetus zu den Pharyngognathi malacopterygii des J. Müller'schen Systems gehört. Bei Belone sind Scapula und Coracoid gleichfalls sehr ausgedehnt und die Basalia sind auch mit beiden fest vereinigt, was bereits C. Gegenbaur angegeben hat [2]).

Die Muskeln, welche die Bewegungen der Brustflosse ausführen, liegen, wie bei andern Teleostiern, auf der lateralen und medialen Seite des Schultergürtels. Sowohl die lateralen als auch die medialen Muskeln zerfallen in eine oberflächliche und in eine tiefere Schicht. In den Figuren 4, 5 und 6 sind die oberflächlichen Schichten beider Seiten roth, die tieferen grün dargestellt.

1. Die lateralen Muskeln (Fig. 5 u. 6).

a) Die oberflächliche Schicht (Fig. 5 u. 6, *oA*) ist ein dünner Muskel, dessen äussere Seite flach, und dessen innere nur in der Nähe seines Ursprungs etwas convex verdickt ist. Er entspringt innen an der obern Abtheilung des lateralen Claviculaflügels. Seine

1) Valenciennes beschreibt den Schultergürtel von Exocoetus volitans nach der Cuvier'schen Auffassung desselben. Hist. des Poissons XIX, 89.

2) Untersuchungen zur vergleich. Anat. der Wirbelthiere II, 1865, p. 126.

Fasern verlaufen von hier mit geringer Neigung schräg aufwärts und verbinden sich mit den einzelnen Radien der Flosse durch schmale, bandförmige Sehnen, die sich an die oben p. 358 beschriebenen dreieckigen Fortsätze der vordern Halbstrahlen anheften. Dieser Muskel zieht die Brustflosse vorwärts und etwas abwärts.

b) Die tiefere Schicht (Fig. 5 u. 6, *tA*). Sie ist die grösste Muskelmasse der Flosse und zerfällt in zwei Partien: in eine vordere kleinere für die beiden obersten Strahlen, und in eine hintere grössere für alle übrigen Strahlen.

α) Die vordere kleinere Abtheilung entspringt in dem tiefsten Theile des Winkels, welchen die beiden Claviculaflügel bilden. Dieser Muskel ist strangförmig. Seine Fasern steigen ungefähr ebenso steil aufwärts wie der laterale Claviculaflügel. Seine Sehne (Fig. 1, *S*) verläuft unter einem Bande, welches oberhalb des Nervenloches zwischen der Clavicula und einem Scapulahöcker eine Rolle bildet, (Taf. XVII, Fig. 1, *Br*), nach den verwachsenen beiden ersten Flossenstrahlen, welche durch diesen Muskel kräftig von dem Körper abgezogen werden. Er ist derjenige Muskel, der während des Flugs die Brustflosse hauptsächlich stellt und hält.

β) Die hintere grössere Abtheilung ist vierseitig (Fig. *tA*). Ihre Fasern entspringen an dem grössten Theile der Platte, welche die verwachsenen Schulterknochen bilden und steigen nach oben und hinten. Die Sehnen heften sich etwas tiefer, als die Sehnen der oberflächlichen Schicht (1 *a*), an dieselben Höcker der einzelnen vordern Halbstrahlen. Dieser Muskel ist der kräftigste Vorwärts- und Abwärtszieher der Brustflosse[1]).

Wenn sich alle lateralen Muskeln gleichzeitig verkürzen, so breiten sie die Brustflosse aus und ziehen sie von den Seitenflächen des Körpers ab nach vorn. Sie arbeiten der zusammenziehenden Kraft der Flossenhaut und der Bänder zwischen den proximalen Enden der Flossenstrahlen entgegen, hauptsächlich aber dem Drucke des Wassers oder der Luft, welcher die Flossen an die Körperseiten zurückzudrängen strebt. Das höchste Maass ihrer Wirkung ist erreicht, wenn die Brustflossen in einem rechten oder nur wenige Grade grösseren Winkel von dem Körper abstehen. Ein so tief gehendes Niederschlagen,

1) J. F. Meckel schreibt in seinem System d. vergl. Anat. Bd. III, § 50, p. 88, diese drei Muskeln auf der lateralen Fläche des Schultergürtels den Knochenfischen überhaupt zu. Exocoetus hat er auch untersucht. — G. Cuvier und Valenciennes (Hist. nat. des Poissons I, 1828, p. 400), Stannius (Vgl. Anat. d. Wirbelth. 1846, p. 52) und R. Owen (Anat. of Verteb. I, 1866, p. 209) sprechen nur von zwei Schichten auf der äussern Seite des Schultergürtels.

wie die Flügel der Vögel und Fledermäuse ausführen, gestatten ihnen weder die Verhältnisse der ganzen Muskulatur und des Gelenkes der Brustflosse, noch die Art ihrer Verbindung mit der Hautdecke des Körpers, worauf bereits J. B. PETTIGREW[1]) aufmerksam gemacht hat.

2. Die medialen Muskeln (Fig. 4 u. 6).

a) Die oberflächliche Schicht entspringt an der concaven Fläche des obern Claviculafortsatzes. Sie zerfällt in eine kleinere obere kegelförmige Abtheilung für die verwachsenen zwei ersten Strahlen, und in eine zusammengedrückt walzenförmige grössere Abtheilung für alle übrigen Strahlen[2]) (Taf. XVII, Fig. 4 u. 6, *o B*). Die Sehnen heften sich an die hintern Halbstrahlen, 2 bis 3 Mm. weiter entfernt von dem Gelenk, als die Sehnen der Muskeln auf der lateralen Seite. Nur die Sehne für die beiden ersten Strahlen setzt sich dem Gelenk etwas näher an.

b) Die tiefere Schicht ist ein flacher vierseitiger Muskel, welcher fast auf der ganzen medialen Fläche der vereinigten Schulterknochen entspringt. Seine Sehnen heften sich an die proximalen Enden der hintern Halbstrahlen (Taf. XVII, Fig. 4 u. 6, *t B*).

Contrahiren sich die medialen Muskeln gemeinschaftlich, so legen sie die ausgebreiteten Strahlen wieder aneinander und ziehen die ganze Flosse an den Körper zurück.

Viel weniger als die Brustflossen weichen die Bauchflossen der Exocoeten von der Bildung der Bauchflossen anderer Knochenfische ab. Mehrere Arten, die durch lange Brustflossen ausgezeichnet und als gute Flieger bekannt sind, besitzen nur kleine Bauchflossen, z. B. Exocoetus evolans L.[3]). Sie sind hier verhältnissmässig nicht einmal so gross, wie bei der Schleie (Tinca vulgaris Cuv.). Haben die Bauchflossen eine bedeutendere Grösse, wie z. B. bei Exocoetus nigricans Benn. und E. rufipinnis C. V., so zeichnen sich die proximalen Hälften ihrer Strahlen durch Dicke und Steifigkeit aus, und besonders die beiden äussersten Strahlen durch ansehnliche Breite. Entfaltet, bilden die Bauchflossen Platten, welche mit der Bauchfläche des Fisches in einer Ebene liegen.

1) On the mechanical appliances by which flight is attained in the animal kingdom. Transact. of the Linnean Soc. of London. Vol. 26, I, 1868. p. 211.

2) Diese zwei Abtheilungen schreiben CUVIER u. VALENCIENNES u. R. OWEN an den p. 360 a. Ö. den Knochenfischen überhaupt zu.

3) Vergl. A. GÜNTHER, Catalogue of the Fishes in the Brit. Mus. Vol. VI, 1866. p. 282, und CHR. LÜTKEN, Bidrag til Flyvefiskenes (Exocoeternes) Diagnostik. Vidensk. Meddel. fra den naturhist. Foren. Kopenhagen 1876.

Unter den medianen Flossen ist die Schwanzflosse der Exocoeten, andern Teleostiern gegenüber, eigenthümlich umgebildet, indem ihr ventraler Lappen viel grösser ist, als der dorsale (Fig. 12). Auch wird er durch dickere Randstrahlen besser gesteift, als dieser. Durch diese Verschiedenheit ihrer beiden Lappen wirkt die Schwanzflosse wie ein Steuer und Ruder, welches den Körper schräg aufwärts und vorwärts treibt. Werfen die kräftigen Seitenmuskeln den Körper mit grosser Geschwindigkeit in der Richtung der oralen Achse vorwärts, so trägt die Schwanzflosse sicherlich viel dazu bei, diese Achse schräg aufwärts zu richten. Sie ist also günstig für die Ausfahrt aus dem Wasser umgestaltet.

Die Bauchfläche der Exocoeten ist verhältnissmässig breit und nur wenig convex. Sie bietet also beim Flug, zur Unterstützung der Brust- und Bauchflossen, eine grosse Tragfläche dar, welche noch dadurch in eigenthümlicher Weise etwas an Breite gewinnt, dass an jeder Bauchseite eine Reihe gekielter Schuppen entlang läuft (Taf. XVII, Fig. 7 *Sl*). Bei den Dactylopteren, deren Schuppen alle gekielt sind, bilden sich die grössten Schuppenkiele auch in der Nähe der Bauchkanten aus.

Der Rücken der Exocoeten ist noch breiter als der Bauch. Diese auffallende Breite des Körpers der Exocoeten entspricht der bedeutenden Entwicklung ihrer grossen Seitenmuskeln, deren Querschnittfläche Taf. XVII, Fig. 7 abgebildet ist.

Die freien Ränder der Knochenstücke des Kiemendeckels der Exocoeten sind sehr dünn und biegsam und mit einem Hautsaum umgeben, der sich von den Kiemenhautstrahlen bis an den obern Rand des Operculums erstreckt. Im Verein mit den Kiemenhäuten können daher die Kiemendeckel die Kiemenhöhle nach unten und hinten vollkommen wasserdicht abschliessen.

Die Mundöffnung der Exocoeten ist klein und dicht verschliessbar. Nach dem Schluss der Zwischen- und Unterkiefer füllen die sehr entwickelten Hautfalten der Mundwinkel die beiden Seitenspalten zwischen diesen Kieferpaaren wasserdicht aus. Den Austritt des Wassers nach vorn verhindern zwei halbmondförmige Klappenventile: ein oberes, welches vom Innenrande des Zwischenkiefers herabtritt, und ein unteres, das am innern Rande des Unterkiefers befestigt ist (Taf. XVII, Fig 8—11). Legt man einen Exocoetus unter Wasser und drückt man dann nur leise auf den hintern Rand des Kiemendeckels, so bewegen sich die Ränder dieser Klappen augenblicklich nach vorn. Geschieht dies bei geschlossenem Munde, so greifen sie übereinander und lassen das Wasser nicht aus

dem Munde gehen (Fig. 11). Ein fliegender Exocoetus kann also das Wasser, welches die Kiemen- und Mundhöhle in dem Augenblicke anfüllt, wo er das Meer verlässt, während des ganzen Fluges darin zurückhalten, wenn er den Mund schliesst. Der an den Seiten entlang streichende Luftdruck presst die Kiemendeckel an den Körper und übt dadurch einen Druck auf das Wasser in der Mundhöhle aus, durch welchen die Mundklappen geschlossen werden.

Schon Bloch kannte die leichte Beweglichkeit der Mundklappen der Exocoeten. Er schreibt im 9. Theil seiner Naturgeschichte der ausländischen Fische, 1795, p. 4: »Die fliegenden Fische haben innerhalb des Mundes sowohl an der Ober- als Unterkinnlade eine lose Haut, welche, wenn man die Luft durch eine Kiemenöffnung einbläst, sich vereinigen und den geöffneten Mund schliessen«. Er befindet sich aber im Irrthum, wenn er meint: »Diese Einrichtung dient dem Fische, da sie einen Luftbehälter umgiebt, so, wie den Vögeln, zur Erleichterung des Fluges«. Denn offenbar verhindern die Klappen den Austritt des Wassers aus dem Munde und dienen daher dazu, die Kiemen unter Wasser zu halten, so dass auch während des Fluges das Athmen und der Blutlauf nicht unterbrochen werden.

Mundklappen kommen bei vielen Fischen vor[1]), aber ich habe sie bei keinem der vielen andern Teleostier, die ich hierauf untersuchte, für den wasserdichten Verschluss des Mundes so auffallend geeignet gefunden, wie bei den Exocoeten. Bei Dactylopterus sind sie, wie bei den meisten Knochenfischen, nur schmale Hautfalten; aber bei diesem Flugfische hat das Maul andere Eigenschaften, welche einen wasserdichten Verschluss während des Fluges begünstigen. Es ist hinter dem festen Bogen der Oberkiefer tief eingesenkt, die Zwischenkiefer sind locker und zurückziehbar eingefügt und sammt den Unterkiefern mit einer dicken weichen Haut überzogen. Die Kiemendeckel der Dactylopteren sind ebenfalls mit einem dicht anschliessenden Hautsaum umgeben.

In dem Darm der Exocoeten habe ich viele Reste kleiner pelagischer Crustaceen gefunden. Für den Fang derselben hat der vordere Kiemenbogen eine geeignete Einrichtung. Er trägt an dem lateralen Rande seiner concaven vordern Seite eine dichte Reihe langer Zinken, die mit kleinen Zähnchen besetzt sind. Diese Zinken legen sich vor die Kiemenspalten und bilden so zusammen mit den Doppelreihen kurzer Zähne an den übrigen Kiemenbogen eine Reuse zum Abfiltriren aller kleinen Thiere, welche mit dem Athemwasser in die Mundhöhle ge-

1) Vergl. Cuvier et Valenciennes, Hist. Poissons I, p. 497.

rathen. Einen ähnlichen Apparat habe ich bei dem Hering beschrieben und abgebildet [1].

A. v. Humboldt macht auf die enorme Grösse der Schwimmblase bei den Exocoeten aufmerksam [2] (S. Fig. 7, *Sch*). In einem Individuum von 6,4 Zoll Länge fand er sie 3,6 Zoll lang und 0,9 Zoll breit und mit 3,5 Kubikzoll Luft angefüllt. Diesen Angaben fügt er die Worte bei: »Da diese Blase mehr als die Hälfte des ganzen Thieres einnimmt, so ist es wahrscheinlich, dass sie dazu beiträgt, ihm Leichtigkeit zu geben«. Indem er hieran noch den Satz schliesst: »Man könnte sagen, dieser Luftbehälter diene ihm mehr zum Fliegen als zum Schwimmen«, schätzt er die Bedeutung der grossen Schwimmblase für den Flug offenbar viel zu hoch.

Einen 160 mm (also beinahe 6 Zoll) langen Exocoetus evolans L. fand ich 38,2 gr schwer. Hatte dieser in seiner Schwimmblase 3,5 Kubikzoll oder 69,4 kcm Luft, so verminderte diese seinen Druck auf die atmosphärische Luft während des Flugs nur um 0,0895 gr, denn nur so viel wiegen 3,5 Kubikzoll Luft. Da das Gewicht des Darminhaltes eines Exocoetus bei seinen verschiedenen Luftfahrten leicht um Gramme differiren kann, so erleichtert ihm die grosse Schwimmblase den Flug nicht etwa durch eine bemerkenswerthe Verminderung des Körpergewichts, sondern eher durch die Vergrösserung des Körpervolumens.

Der Hauptwerth der grossen Schwimmblase der Exocoeten besteht aber vielleicht darin, als ein Vorrathsraum für Sauerstoff zu dienen, den das Blut während des Fluges wieder in sich zurücknimmt, nachdem es ihn vor demselben darin aufgespeichert hatte; denn A. Moreau [3] wies nach, dass die Schwimmblase der Fische Sauerstoff aus dem Blute in sich hinein ausscheidet und ansammelt, um ihn diesem wieder zurückzugeben, wenn sie in Wasser kommen, welches nicht genug Sauerstoff zur Unterhaltung der Kiemenathmung besitzt. Da nun während des Flugs kein Wechsel des Athemwassers stattfindet, und daher auch die Zufuhr von Sauerstoff durch die Capillaren der Kiemen geringer sein wird, als bei steter Erneuerung des Athemwassers, so kann der Sauerstoff in der Schwimmblase die abgeschwächte Kiemenathmung erhaltungsmässig ergänzen.

Ich glaube, eine von A. v. Humboldt selbst angestellte Unter-

1) Die Expedition zur physikalisch-chemischen u. biolog. Untersuchung der Ostsee 1871, Berlin 1873, p. 141.

2) Reise in die Aeq.-Geg. d. neu. Cont. I, 1815, p. 309.

3) Comptes rendus. Paris 1863, T. 57, p. 37 u. 816.

suchung der Gase in der Exocoetenschwimmblase zur Unterstützung dieser Ansicht verwenden zu dürfen. HUMBOLDT schreibt[1]):

»Zu der Zeit, als ich Paris verliess, hatten Versuche, welche auf Jamaica durch den Doctor BRODBELT[2]) über die in der Schwimmblase des Schwertfisches (Xiphias gladius L.) enthaltene Luft angestellt wurden, einige Naturforscher glauben gemacht, unter den Tropen sei bei den Seefischen dieses Organ mit reinem Sauerstoff angefüllt. Von dieser Idee im Voraus eingenommen, war ich erstaunt, in der Schwimmblase der Exocoeten nur 0,04 Sauerstoff bei 0,94 Stickstoff und 0,02 Kohlensäure zu finden. Die Proportion dieses letzteren Gases schien beständiger zu sein, als die des Sauerstoffs, von dem einige Individuen beinahe die doppelte Menge darboten«.

Da die Exocoeten, welche frisch in HUMBOLDT's Hände kamen, wahrscheinlich soeben eine Bewegung durch die Luft gemacht hatten, war während derselben der Sauerstoff in das Blut zurückgetreten, und HUMBOLDT konnte daher in der Schwimmblase nur wenig davon finden. Ob ich Recht habe oder nicht, können nur Untersuchungen solcher Exocoeten unterscheiden, welche eben einen Luftweg zurückgelegt haben, und anderer, welche unmittelbar aus dem Wasser genommen werden.

III. Erklärung der Bewegungen der fliegenden Fische durch die Luft.

Zu dem Thatsächlichen, was die beiden vorhergehenden Abschnitte enthalten, will ich nun noch einiges hinzufügen, um die Bewegungen der fliegenden Fische durch die Luft, wie ich glaube, befriedigend zu erklären.

Die Muskeln, welche den Brustflossen der Exocoeten zur Verfügung stehen, unterscheiden sich von den Brustflossenmuskeln anderer Knochenfische durch weiter nichts, als durch ein grösseres Volumen. Gegenüber der verbreiteten Ansicht, dass die Brustflossen Flugbewegungen ausführen, ist es wichtig, zu untersuchen, ob ihre Muskeln denn wirklich eine so bedeutende Grösse haben, dass sie die Last des Körpers in die Höhe heben können.

In seiner Abhandlung über den Flug der Insecten und Vögel sagt MAREY[3]) p. 109: »Chaque animal qui se soutient en l'air doit

1) Reise in d. Aeq.-Geg. I, p. 309.

2) DUNCAN's Ann. of Medic. 1796, p. 393. — NICHOLSON's Journ. of Nat. Phil. Vol. I, p. 284. (Von HUMBOLDT so citirt.)

3) Ann. des scienc. nat. Zoologie, XII, 1869.

développer un travail proportionnel à son poids; il devra à cet effet posséder des masses musculaires proportionnées à ce poids; car, si les actions chimiques qui se passent dans les muscles des Oiseaux sont toujours de même nature, ces actions chimiques et le travail qu'elles engendrent seront proportionnées aux masses musculaires«.

P. Harting theilt in seinen Observations sur l'etendue relative des ailes et le poids des muscles pectoraux chez les animaux vertébrés volants [1]) p. 38 das Verhältniss des Gewichtes der Brustmuskeln zu dem Gewichte des ganzen Körpers bei 13 frischen und gesunden Vögeln mit, welche sehr verschiedenen Ordnungen angehören. Zieht man das Mittel aus den 13 Verhältnisszahlen, so ergiebt sich, dass bei den Vögeln der Körper nur 6,22 mal so schwer ist als die Brustmuskeln. Von dieser Mittelzahl weichen am weitesten ab Fulica atra, wo das Verhältniss 9,56 : 1 beträgt, und Machetes pugnax, wo es 3,93 : 1 ausmacht.

Bei Chiropteren fand Harting die folgenden Verhältnisse zwischen den Gewichten des Körpers und der Brustflossenmuskeln:

Pteropus edulis	11,7 : 1
Plecotus auritus	13,8 : 1
Vespertilio pipistrellus	15,5 : 1
Mittelzahl hieraus =	13,6 : 1

Ich habe die Gewichte der Brustflossenmuskeln und des ganzen Körpers von 5 in Weingeist erhaltenen Exocoeten ermittelt; sie sind, ausser anderem, was später besprochen werden soll, in der folgenden Tabelle enthalten.

Exocoetus	Körperlänge (ohne Schwanzflosse).	Körpergewicht.	Gewicht der Muskeln beider Brustflossen.	Gewichtsverhältniss Körper :	Brustflossenmuskeln.	Länge der Brustflossen.	$\frac{l}{\sqrt[3]{p}}$
	mm	gr	gr			mm	
1. evolans L.	160	38,2	1,2	32,0	: 1		
2. oxycephalus Bleek	190	61,0	2,0	30,5	: 1	100	2,51
3. nigricans Benn.	200	107,5	3,7	29,0	: 1	140	2,94
4. nigricans -	250	156,0	4,5	34,6	: 1	150	2,78
5. nigricans -	255	144	4	36,0	: 1	160	3,05
6. rufipinnis C.V.	255	143				175	3,36
7. bahiensis Ranz.	370	487				280	3,56
Mittelzahl aus Exocoetus No. 1—5:				32,40	: 1	Mittel:	3,38
Entsprechende Mittelzahl b. Chiropteren:				13,60	: 1		
- - - Vögeln:				6,22	: 1		

1) Archives Néerlandaises des scienc. exactes et naturelles rédigées par E. H. von Baumhauer, IV, 1869, p. 33.

Eine Vergleichung dieser Verhältnisszahlen lehrt, dass die Brustflossenmuskeln der Exocoeten 5,2 mal so viel Kraft entwickeln müssten, als die Brustmuskeln der Vögel, oder wenigstens 2,45 mal so viel als die Brustmuskeln der Chiropteren, wenn sie den Körper durch Flossenschläge erheben und in der Luft fortbewegen sollten. Da jedoch nichts bekannt ist, was für eine solche ausnahmsweise Steigerung der Muskelkräfte bei fliegenden Fischen, gegenüber allen andern Wirbelthieren, sprechen könnte, so müssen wir den Muskeln ihrer Brustflossen das Vermögen, Flugbewegungen auszuführen, absprechen.

Aber selbst dann, wenn die Brustflossenmuskeln verhältnissmässig ebenso gross wären wie die Brustmuskeln der Fledermäuse und Vögel, und wenn sie sich eben so schnell wie diese contrahiren könnten, so würden die fliegenden Fische ihren Körper in der Luft doch nicht in gleichem Grade wie jene echten Flugthiere heben und fortbewegen können, weil die Form und der Bau ihrer Brustflossen wirklichen Flugbewegungen viel weniger günstig ist, als die Einrichtung wahrer Flügel. Verglichen mit diesen, stehen sie zurück, was die Grösse ihrer Fläche, besonders aber was ihre Länge betrifft. Hierüber enthält die oben p. 366 citirte Arbeit von Harting wichtige Mittheilungen.

Da die Länge der Flügel bei Flugthieren von ähnlicher Gestalt mit deren Körpergrösse einfach zunimmt; die Fläche der Flügel aber quadratisch wächst, und das Körpergewicht kubisch, so lassen sich, wie Harting richtig bemerkt, nur die Länge der Flügel (l), die Quadratwurzel aus ihrer Flächengrösse ($\sqrt{a}$) und die Kubikwurzel aus dem Körpergewicht $\left(\sqrt[3]{p}\right)$ mit einander vergleichen. Harting hat dies gethan und folgende Zahlen gefunden:

Thiere.	$\frac{\sqrt{a}}{\sqrt[3]{p}} = n$	$\frac{l}{\sqrt[3]{p}} = r$
Chiroptera, Mittelzahl:	2,74	5,03
Vögel, Mittelzahl:	2,27	4,34
Exocoetus evolans	1,65	2,21
Dactylopterus volitans	1,79	2,59
Fliegende Fische, Mittelzahl nach Harting:	1,72	2,40
Exocoeten; Mittelzahl nach meinen Messungen (p. 366):		3,38

Hiernach ist die relative Flächengrösse (n) der Brustflossen zwar nur wenig geringer, als bei den Flügeln der Vögel; allein ihre rela-

tive Länge (r) ist viel kleiner, als die der Fledermaus- und Vogelflügel; bei manchen fliegenden Fischen ist sie nur halb so gross. Aber gerade von der relativen Länge hängt hauptsächlich das Maass der Flügelarbeit ab. Denn der Widerstand der Luft wächst wie das Quadrat der Geschwindigkeit, mit welcher der Flügel gegen sie schlägt. Da nun die Geschwindigkeit so zunimmt, wie die Entfernung des in Bewegung gesetzten Flügelpunctes von dem Schultergelenk, so hebt ein Flügelstück, welches doppelt so weit von diesem entfernt ist, den Körper mit vierfach grösserer Kraft, als ein anderes Flügelstück von gleicher Grösse in einfacher Entfernung vom Schultergelenk.

Mögen daher die Brustflossen der fliegenden Fische als Träger der Körperlast fast ebensoviel leisten, wie die Flügel der Vögel, weil sie diesen in Rücksicht der Flächengrösse ziemlich nahe kommen, so sind sie dagegen ihrer Kürze wegen zum wirklichen Fliegen nicht geeignet, und ausserdem auch deshalb nicht, weil ihnen die Fähigkeit abgeht, sich bei der Hebung derartig zusammenzulegen, dass sie einen ebenso geringen Luftwiderstand erfahren, wie die sich hebenden Flügel der Fledermäuse und Vögel.

So glaube ich denn, die Meinung, dass die fliegenden Fische ihre Brustflossen als Flügel gebrauchen, aus anatomischen und physiologischen Gründen hinreichend widerlegt zu haben, und es bleibt mir nun noch übrig, die wahren Ursachen ihrer Bewegungen durch die Luft darzustellen.

Die Wege der fliegenden Fische durch die Luft sind also keine Flugbahnen; es sind Wurfbahnen, deren Form und Länge abhängt von der Grösse der Anfangsgeschwindigkeit, von der Körperlast und von der Ausdehnung und Neigung der tragenden Flächen der Brust- und Bauchflossen und des Bauches[1]. Die Werfer ihres Körpers sind die stark ausgebildeten Seitenrumpfmuskeln (Fig. 7). Alle Fische mit dicken Seitenrumpfmuskeln, wie z. B. der Hecht, können sich schon im Wasser mit grosser Geschwindigkeit vorwärts treiben; es ist daher sehr begreiflich, dass die fliegenden Fische am Anfange ihrer Bahn durch die Luft eine enorme Geschwindigkeit entwickeln; denn die Luft leistet ihrem Körper viel weniger Widerstand als das Wasser. Sie wissen es selbst — wenn auch wohl nur in einem geringen Grade von Klarheit — dass sie in diesem Medium schneller fortkommen als im Wasser, denn sie werfen sich er-

1) Vergl. Pettigrew, Trans. Linn. Soc. Vol. 26, I, 1868, p. 264.

haltungsmässig in die Luft, um ihren wirklichen oder vermeintlichen Verfolgern zu entgehen.

Bei den Exocoeten muss die überwiegende Grösse des ventralen Flügels der Schwanzflosse den Vorderkörper schräg aufwärts treiben. Daher wohl fahren sie gewöhnlich auch höher über der Meeresfläche hin als die Dactylopteren, deren Schwanzflosse nicht ungleich getheilt, sondern gerade abgestumpft ist. Auf die Richtung der oralen Körperachse wirkt auch die Lage des Schwerpunctes der Körpermasse ein. Ich habe diese bei fünf Exocoeten und einem Dactylopterus dadurch bestimmt, dass ich sie, an einem Faden hängend, so lange verschob, bis sie eine horizontale Lage angenommen hatten. Die folgende Tabelle enthält die gefundenen Zahlen.

Name.	Totallänge des Körpers in Mm.	Abstand des Schwerpunctes von dem Mittelpuncte der Brustflossenbasis.	Quotient.
Exocoetus evolans L.	180	25	7,2
E. obtusirostris Gth.	235	35	6,7
E. rufipinnis CV.	310	50	6,2
E. nigricans Benn.	310	50	6,2
E. bahiensis Ranz.	480	70	6,8
Mittelzahl:			6,6
Dactylopterus orientalis	240	30	8,0

Bei den Exocoeten beträgt hiernach die Entfernung des Schwerpunctes von den Ansatzpuncten der Brustflossen $\frac{1}{6,6}$ der Körperlänge, bei Dactylopterus orientalis nur $\frac{1}{8}$. Jene werden also unter sonst gleichen Verhältnissen in einem grössern Elevationswinkel aus dem Wasser fahren, als dieser, und den etwas mehr geneigten Exocoetenkörper muss dann derselbe Gegendruck der Luft länger schwebend erhalten, als einen gleichwiegenden Dactylopteruskörper mit gleichgrosser Unterfläche.

Warum erreicht die Wurfbahn der fliegenden Fische bei Tage niemals eine bedeutende Höhe, da sie doch Muskelkraft genug für eine wirksame Auffahrt entwickeln können?

1) Sie beginnen ihre Luftbahn bei Tage niemals mit einer hohen Ansteigung, sondern stets mit einem kleineren oder mittleren Elevationswinkel. Niemand hat sie vertical oder in stark ansteigender Richtung aus dem Wasser fahren sehen, obwohl sie unzweifelhaft wenigstens eben so viel Muskelkraft zu einem verticalen Aufschwung ent-

wickeln könnten wie die Lachse, wenn sie bei ihren Bergwanderungen Wasserfälle und Wehre überspringen wollen.

Schiessen die Exocoeten in einem mittleren oder kleineren Elevationswinkel aus dem Wasser, so entfernen sie sich in gleichen Zeiten weiter von ihrem Feinde, als wenn sie sich steil in die Luft werfen. In der Wahl der günstigsten Fluchtrichtung werden sie ihre Augen leiten, welche sehr gross sind, wie bei vielen pelagischen Thieren. Für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht die oft gemachte Beobachtung, dass die Exocoeten nach beiden Seiten hin, also erhaltungsmässig aus dem Wasser schiessen, wenn ein Schiff bei Tage zwischen ihre Schaaren fährt.

2) Die entfalteten Brustflossen verhindern ein hohes Aufsteigen, selbst dann, wenn der Fisch in dem günstigsten Elevationswinkel für die Wurfbewegung, in einem Winkel von 45°, das Meer verlässt. Dann bilden seine Brustflossen mit dem Meereshorizont einen Winkel von 75°, weil sie selbst 30° gegen die orale Körperachse geneigt sind. Da nun die Anfangsgeschwindigkeit der Luftbahn der Exocoeten sehr gross ist, und da der Widerstand der Luft wie das Quadrat der Geschwindigkeit wächst, so wirkt sie den Vorderflächen der Brustflossen mit einem Drucke entgegen, der stark genug ist, den Körper in eine fast horizontale Lage zu bringen. Ist diese Lage erreicht, so gleiten die Brustflossen in einem sehr kleinen Winkel über die comprimirte Luft hin, wie die Flügel der Vögel beim schnellen Flug [1]. Unter diesen Umständen müssen sich die Brustflossen ebenso verhalten, wie das straffgespannte Segel eines Schiffes, welches bei steifer Brise hart am Winde segelt. Wie ein solches Segel augenblicklich anfängt zu »schlackern« oder zu vibriren, sobald es der Wind nur einen Moment parallel zu seiner Fläche bestreicht, so gerathen auch die biegsameren elastischen distalen und ventralen Theile der Brustflossen in schnelle Vibrationen, sobald der Luftstrom parallel unter ihnen hingeht, indem dann sofort die Elasticität der Flosse und der Luftdruck abwechselnd gegeneinander wirken.

Die Richtigkeit dieses Gedankens hat mir ein einfaches Experiment bewiesen. Ich hielt die ausgespannten Brustflossen eines Exocoetus bahiensis und eines E. rufipinnis, deren Grössen oben p. 366 angegeben sind, in geringer Neigung vor die Mündung eines grossen Blasebalgs. Wenn ich nun einen kräftigen Luftstrom unter ihnen wegstreichen liess, so geriethen die elastischen Theile derselben in schnelle Vibrationen, machten also dicht vor meinen Augen dieselben rapiden

1) Vergl. J. B. Pettigrew, Trans. Linn. Soc. Vol. 26. I, p. 227.

schwirrenden Bewegungen, welche verschiedene gute Beobachter fliegender Fische für Flugbewegungen von solcher Geschwindigkeit hielten, dass sie kaum noch wahrgenommen werden könnten.

So ist denn durch ein Experiment, zu welchem jeder in Spiritus gut erhaltene Exocoetus geeignet ist, auch der Widerspruch gelöst, dass die Brustflossen während des Flugs, rechtwinklig vom Körper abstehend, in ausgebreiteter Haltung verharren, und dennoch sich schwirrend bewegen; denn beides vollbringen sie zu gleicher Zeit.

Da also selbst das Schwirren der Brustflossen keine wirkliche Flugbewegung ist, wie sind denn dann die Exocoeten, ohne das Wasser zu berühren, im Stande, über den Wellenbergen in die Höhe zu steigen? (S. p. 350.) Auch dafür machen sie keine Flossenschläge. Sie steigen nicht activ in die Höhe, sondern werden durch aufsteigende Luftströmungen gehoben, welche von unten her in die Furchen ihrer Brustflossen eingreifen. Als ich mich mit meinem Collegen G. Karsten über die Erklärung dieser Erscheinung unterhielt, erinnerte er mich an ein bekanntes physikalisches Experiment, welches den hier in Wirksamkeit tretenden dynamischen Luftdruck sehr gut veranschaulicht. Man hält eine Lichtflamme nahe an eine senkrechte Wand, legt die Oeffnung einer Röhre neben die Flamme und bläst durch diese die Luft horizontal an der Wand hin. So lange der Strom andauert, wehen die Flammengase gegen die Wand, weil in dem Raume der abfliessenden Luft der Druck schwächer ist als rundumher. Weht der Wind horizontal oder in geringer Neigung über die wogende See, so entstehen aufsteigende dynamische Luftströmungen in den Wellenthälern, und diese heben den wagrecht hinschwebenden Exocoetus in die Höhe, wenn er den höheren Theil der Wellenböschungen passirt, weil er hier jedesmal diesen aufsteigenden Luftströmungen so nahe kommt, dass sie merklich auf ihn wirken können. Für diese Hebungen der Exocoeten in ihrer Flugbahn sind die Furchen der Brustflossen auffallend erhaltungsmässige Windfänge. Ihre Form und Lage ist derart, dass der aufsteigende Luftstrom, wenn er sie füllt, den Fisch höher und zugleich vorwärtsschieben muss.

Diese Erklärungen des Schwebens der fliegenden Fische schliessen nicht aus, dass ein Exocoetus oder Dactylopterus bei der Auffahrt mit dem Schwanze und den Brustflossen noch kräftige und deutlich erkennbare Bewegungen machen kann, ja sogar auch gelegentlich mitten in seiner Luftbahn, wenn eine starke Benetzung des Körpers durch die Wellen ihn dazu reizt. Derartige Bewegungen haben

offenbar manche Beobachter auch wahrgenommen, aber nicht richtig gedeutet[1].

Jetzt habe ich nur noch zu erklären, wie die Exocoeten auf die Schiffe gelangen. Bei dieser Frage ist es wichtig, daran zu erinnern, dass sie fast nur bei Nacht und von der Windseite her an Bord kommen. (S. p. 350—51.)

Da die Exocoeten bei Tage den Schiffen in der Regel erhaltungsmässig aus dem Wege gehen, bei Nacht hingegen auf ihnen viele ihren Tod finden, so müssen wir annehmen, dass die Finsterniss die Ursache ist, warum sie die ihnen günstigen Flugrichtungen nicht einschlagen. Ein zwischen ihren Schwarm fahrendes Schiff kann sie bei Nacht auf keine andere Weise in Furcht versetzen als bei Tage; aber im hellen Tageslichte sehen sie den Kiel des Schiffes und lenken sich von ihm ab. Im Finstern dagegen fahren sie ohne Anleitung ihres Gesichts ziellos aus dem Wasser. Diejenigen, welche leewärts herauskommen, können nicht auf das Schiff fallen, weil sie der Wind von diesem abtreibt. Andere, welche an der Windseite des Schiffes auffahren, sind gerettet, wenn sie, wie gewöhnlich bei Tage, gegen den Wind abschweben. Alle diejenigen aber, welche an der Windseite bei der Auffahrt ihren Kopf gegen das Schiff wenden, können in die Gefahr kommen, sich entweder an der Schiffswand den Kopf zu zerschellen, oder durch den Windstrom auf das Verdeck gerissen zu werden. In der That findet man bei Anbruch des Tages aussen an der Windseite hochbordiger Schiffe nicht selten blutige Flecke, an welchen Exocoetenschuppen kleben; und auf niedrigen Segelschiffen sammeln die Matrosen nach einer guten Nachtfahrt beim Reinigen des Deckes oft eine Menge fliegender Fische für die Küche ein.

Im August des Jahres 1863 ging ich bei einem heftigen Sturm aus Südwesten nach der Südwestkante der Insel Helgoland. Als ich den Rand der steil abfallenden Felsenwand erreicht hatte, wo senkrecht unter mir die Brandung toste, fühlte ich nichts mehr von dem gewaltigen Luftdruck, den ich auf dem Wege dahin überwinden musste. Die Luft war hier so ruhig, dass die Grasshalme neben meinen Füssen unbewegt in die Höhe ragten. Ich stand hier hinter dem Luftstrom, der nach dem Anprall an die steile Felsenwand vertical in die Höhe fuhr. Als ich flache Steine aufnahm und sie gegen das Meer hinauswarf, fielen sie nicht hinunter, sondern fuhren vor meinen Augen in die Höhe, gingen in einem Bogen über meinen Kopf hinweg und fielen weit hinter mir

1) z. B. U. de Tessan, Voyage autour du Monde sur la Vénus. 1836—39 par du Petit Thouars. Tome X (Physique T. V) p. 149 u. p. 296.

nieder. Der an der Felsenwand aufsteigende Luftstrom riss sie in seine Bahn hinein.

Gerade ebenso kann der an der Schiffswand aufsteigende Luftstrom fliegende Fische über die Schanzbekleidung der Windseite hinwegführen und auf Deck niederfallen lassen, während er selber weiterweht (Taf. XVII, Fig. 13). Die ausgespannten Flossen befördern offenbar die steile Auffahrt eines jeden Exocoetus, der in einem mittleren Elevationswinkel, gegen das Schiff gewendet, aus dem Wasser fährt. Denn in dem Augenblicke, wo die Flossen in den aufsteigenden Luftstrom eintreten, fährt dieser in ihre Windfänge, richtet die orale Achse des Fisches vertical und führt ihn in einem Bogen über die Schanzbekleidung der Windseite hinüber. Während dessen hat die eigne Schwere des Fisches seine Schwebgeschwindigkeit bedeutend vermindert. Oben über dem Schiffe fährt kein hebender Gegenwind unter seine Flossen; er fängt an zu sinken, und stürzt — denn fliegen kann er ja nicht — unbehülflich und schwerfällig, gleich einem Todten, auf das Verdeck nieder.

So wäre schliesslich auch die Erhebung der Exocoeten auf die Schiffe, welche Matrosenglaube als ein Fliegen nach dem Licht der Schiffslaternen deutet, und welche selbst viele Naturforscher ohne wahre Flugbewegungen nicht für möglich hielten, auf die wirklichen Ursachen ihres Anfanges, Verlaufes und Endes zurückgeführt.

Doch auch jetzt lässt die seltsame Abweichung der sogenannten fliegenden Fische von dem Wesen der übrigen Fische dem Naturforscher noch keine Ruhe. Er möchte auch wissen, durch welche Ursachen ihre Flossen und Muskeln und andere Organe aus dem allein für das Schwimmen geeigneten Zustande für längere Bewegungen durch die Luft umgebildet worden sind.

Man kann sich nach den Principien der Lamarck-Darwin'schen Umbildungslehre vorstellen, die Fische mit grossen Fallschirmflossen seien durch langsam fortschreitende Umbildungen aus Fischen mit Flossen von gewöhnlicher Grösse entstanden, und zwar aus solchen Artformen, welche sich in oberflächlichen Wasserschichten aufhielten, wo das Wasser am reichlichsten durchlüftet ist. Bei solchen bildete sich daher das Bedürfniss nach Luft so stark aus, dass sie sich besonders behaglich fühlten, wenn sie bei kräftigen Schwimmbewegungen auf Augenblicke über das Wasser fuhren, wie dies bei uns die Uklei (Alburnus lucidus Heck.) thun, oder die kleinen silberglänzenden Sprotteln (Spratelloides delicatulus Benn.) an der Küste von Mauritius, welche dort zuweilen in dichten Scharen von Hunderten, in mehreren rasch

aufeinderfolgenden Bogen, über den ruhigen Meeresspiegel der Binnenriffe springen. Erinnerung an dieses Behagen konnte sie zu öfteren absichtlichen Luftsprüngen veranlassen, wodurch die Seitenrumpfmuskeln häufig in sehr kräftige Contractionen versetzt und daher aussergewöhnlich gestärkt wurden. Wurden bei jedem Sprung auch die Flossen kräftig ausgespannt, so mussten auch deren Muskeln zunehmen, und durch die Steigerung der Blutcirculation, welche mit kräftigen Bewegungen verbunden ist, konnten auch den Brustflossen mehr Bildungsstoffe als sonst gewöhnlich zugeführt werden, und daher auch sie zugleich an Grösse bedeutend gewinnen.

An solche wohlige Luftsprünge aus Behagen an der Sättigung des Athemwassers mit Luft und an den Muskelgefühlen, welche bei gesunden, kräftigen Bewegungen entstehen, schlossen sich Luftsprünge von noch grösserer Geschwindigkeit und Dauer an, wenn Furcht vor Feinden Nerven und Muskeln zu den höchsten Leistungen reizte. Von ihren Verfolgern wurden natürlich die schlechteren Springer leichter gefangen und aufgefressen, als andere Individuen, deren Muskeln und Flossen in dieser erhaltungsmässigen Umbildung weiter fortgeschritten waren, und so blieben auch vorzugsweise solche Männchen und Weibchen zur Fortpflanzung übrig, welche für Bewegungen durch die Luft am besten ausgebildet waren, und es wurden daher auch vorwiegend Nachkommen mit diesen erhaltungsmässigen Eigenschaften erzeugt, da sich in der Regel die elterlichen Eigenthümlichkeiten auf die Jungen vererben. Durch eine auf diese Weise stetig fortschreitende Ausbildung ihrer Organe gelangten die fliegenden Fische endlich in denjenigen Zustand, in welchem wir sie kennen; und ginge »die Naturzüchtung in dieser Richtung weiter fort, so könnten,« wie einer der besten Darsteller der DARWIN'schen Theorie, G. SEIDLITZ, schreibt[1]), »die grossen Brustflossen möglicherweise wohl einst einen wirklichen Flug auszuführen im Stande sein.« CH. DARWIN selbst sagt in dem berühmten Buche: »Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl«[2]) über diesen Gegenstand Folgendes: »Wenn man sieht, dass es fliegende Vögel, fliegende Säugethiere, fliegende Insecten von den verschiedenartigsten Typen giebt und vordem auch fliegende Reptilien gegeben hat, so wird es auch begreiflich, dass fliegende Fische, welche jetzt weit durch die Luft gleiten und mit Hülfe ihrer flatternden Brustflossen sich leicht über den Seespiegel erheben und senken, allmälig zu vollkommen beflügelten Thieren hätten umgewandelt werden können. Und wäre dies einmal bewirkt, wer würde sich dann einbilden, dass sie in

1) Die DARWIN'sche Theorie, 2. Aufl. Leipzig 1875, p. 156.

2) Vierte Auflage der deutschen Uebersetzung von V. CARUS. 1870, p. 201.

einer früheren Zeit Bewohner des offenen Meeres gewesen seien und ihre beginnenden Flugorgane, wie uns jetzt bekannt, blos dazu gebraucht haben, dem Rachen anderer Fische zu entgehen?«

Wie naturgemäss und ansprechend ein derartiger Abriss der Entstehungsgeschichte der sogenannten fliegenden Fische auch erscheinen mag, so ist er doch nicht mehr, als ein Versuch, uns die vorgefundenen Abweichungen derselben von andern ihnen sonst verwandten Fischformen durch theoretische Vorstellungen begreiflich zu machen. Dergleichen Umbildungsvorstellungen werden in unserer gedanken- und beobachtungsreichen Periode der Biologie viele erzeugt und vorgetragen. Da ihnen aber die Unsicherheit des Möglichen anhaftet, so können sie eine wahrhaft wissenschaftliche Befriedigung erst dann gewähren, wenn es gelingt, die wirklichen Thatsachen, denen sie entsprechen sollen, nachzuweisen; denn erst dann hat man die Entstehung der Umbildungen ursachlich erklärt, und für die Annahme unsicherer Möglichkeiten die Sicherheit des Wissens wirklicher Vorgänge gewonnen.

Würde die von LEVERRIER berechnete Existenz eines Planeten jenseit des Uranus den allgemeinen freudigen Beifall gefunden haben, wenn den wirklichen Neptun kein Astronom gefunden hätte? —

Nur in warmen Meeren kommen fliegende Fische vor. Das Reich der gewandtesten Flugfische, der Exocoeten, sind vorzugsweise die tropischen Meere; denn von den 44 Arten, welche GÜNTHER in dem Catalog der Fische des Britischen Museums, Bd. VI, p. 278 bis 298 aufführt, leben nur drei Arten ausserhalb der Tropen im Mittelmeere, von welchen nur eine Art (E. evolans) im Atlantischen Meere bis an die Küsten von Frankreich und England nordwärts streift. Hieraus lässt sich schliessen, dass gerade die tropischen Meere gewisse Eigenschaften besitzen, welche für die Ausbildung fliegender Fische besonders günstig waren. Die tropischen Meere unterscheiden sich aber von den Meeren der höheren Breiten hauptsächlich dadurch, dass die oberste Wasserschicht und die unterste Luftschicht nur geringe Temperaturveränderungen erleiden. Hier steigt in beiden im Laufe des ganzen Jahres die Temperatur nur wenig über 25 Centigrad Wärme hinauf und sinkt nur wenig darunter. Diese Ebenmässigkeit und geringe Veränderlichkeit der Luft- und Wasserwärme ist dem Auffahren der Fische zu allen Tages- und Jahreszeiten günstig. Wie es den Fischern von Mauritius gleichgültig ist, ob sie bei dem Aussetzen und Einholen ihrer Netze auf den Korallenriffen bald bis an die Lenden, die Brust oder den Hals in das Wasser hineinspringen, bald wieder in

ihren Kähnen weiter arbeiten, ohne ihre dünne Bekleidung zu wechseln, weil das Eintauchen in das Meerwasser und die Verdunstung desselben von ihrem Leibe in der feuchtwarmen Luft keine sehr verschiedenen und unangenehmen Wärmeempfindungen hervorrufen: so werden auch die Fische in den tropischen Meeren niemals durch eine Lufttemperatur, welche von der Wärme des Wassers erheblich abweicht, zurückgeschreckt, ihre Luftsprünge oft zu wiederholen, wie dies in unserer Zone offenbar der Fall ist, wo man gewöhnlich nur an schönen Sommertagen Fische über das Wasser springen sieht.

Indem ich dieses von den Fischen behaupte, kann ich mich freilich nur auf jenes Benehmen der Fischer von Mauritius und auf eigene dort und in Deutschland erlebte Empfindungen stützen. Weil uns jedoch die psychischen Vorgänge in den Thieren, die mit den Ortsbewegungen derselben verknüpft sind, nur durch die Vergleichung mit dem menschlichen Seelenleben verständlich werden, so stehe ich bei dieser Betrachtung auf einem berechtigten und anerkannten Boden.

Wenn die ebenmässige Temperatur der aneinandergrenzenden Luft- und Meeresschichten der Tropen besonders günstig für die Ausbildung fliegender Fische gewesen sein soll, warum haben sich dann, wird man fragen, nicht auch Fische aus andern dort vertretenen Familien in Flugfische umgewandelt? Warum sind z. B. die kleinen Silbersprotteln (Spratelloides delicatulus) und andere grössere Fische, die ich bei Mauritius manchmal heerdenweis aus den schäumenden Brandungswogen des Aussenriffes emporschiessen sah, nicht auch mit grossen Brustflossen versehen worden?

Könnten wir diese Frage beantworten, so würden wir noch vieles andere, was Darwin durch seine Umbildungslehre begreiflich machen wollte, schon jetzt sicher erklären können. Aber wir sind noch entsetzlich unwissend im Betreff der Verhältnisse, in welchen die physikalischen Eigenschaften eines Wohngebietes zu den daselbst zusammenlebenden Pflanzen und Thieren stehen, wie auch in Rücksicht der Einwirkungen, welche alle zu gleicher Zeit dort existirenden Pflanzen und Thiere aufeinander ausüben. Von dem äussern und innern Gesammtgetriebe der Lebensgemeinden oder Biocönosen[1]) der verschiedenen Wasser- und Landgebiete ist uns noch sehr wenig bekannt.

Mag daher die ebenmässige Temperatur der Tropen einen noch so grossen Einfluss auf die Entstehung fliegender Fische ausgeübt haben,

1) Diese Worte und Begriffe habe ich in der Schrift: Die Auster und die Austernwirthschaft, Berlin 1877, Cap. 10, p. 72, zum ersten Male angewendet, definirt und durch Beispiele erläutert.

so war sie doch sicherlich nur eine von sehr vielen Ursachen, welche durch ihr Zusammenwirken diese Fischform bildeten. Und wenn die Frage, warum der kleine Luftspringer Spratelloides delicatulus seine kurzen Flossen behalten habe, unbeantwortet bleibt, so ist dadurch noch nicht bewiesen, dass die ebenmässige Temperatur der Tropenmeere ohne jeden günstigen Einfluss auf die Ausbildung fliegender Fische gewesen sei. Meine Annahme ist wenigstens der Anfang zu einem Versuch, die Entstehung der Eigenthümlichkeiten, wegen welcher die fliegenden Fische seit Jahrhunderten bewundert worden sind, auf wissenschaftlich bestimmbare Verhältnisse ihrer Biocönosen zurückzuführen.

ANHANG.

Ueber die Bedeutung des Wortes erhaltungsmässig.

Ich habe in der vorstehenden Abhandlung an verschiedenen Stellen das Wort »erhaltungsmässig« gebraucht, wo nach der üblichen Ausdrucksweise das Wort »zweckmässig« hätte angewendet werden können. Allein ich bin der Ansicht, dass sich der Naturforscher dieses Ausdruckes in seinen wissenschaftlichen Beschreibungen und Erklärungen niemals bedienen sollte, um damit gewisse Bedeutungen und Werthe von Naturgegenständen und -Erscheinungen zu bezeichnen; weil er durch keine einzige seiner Untersuchungen in Erfahrung bringen kann, dass die Natur wirklich nach Zweckgedanken eingerichtet ist, selbst dann nicht, wenn dies sein Gemüth mit der festesten Zuversicht glauben sollte.

»Zweckmässig« pflegen solche Einrichtungen lebender Wesen genannt zu werden, — selbst von manchen entschiedenen Anhängern der Umbildungslehre —, welche augenscheinlich und nachweisbar zur Erhaltung und Steigerung ihrer individuellen Lebensthätigkeiten dienen, oder welche ihre Fortpflanzung sichern und daher für die Erhaltung ihrer Artform von Nutzen sind.

Dass die als »zweckmässig« geschilderten Erscheinungen so wie sie auftreten, die Verwirklichung eines vorausgehenden Gedankens seien, will man damit häufig gar nicht ausdrücken. Da jedoch der Begriff

»Zweck« dies immer einschliesst, so stellt man mit dem Worte »zweckmässig« nicht rein dar, was naturwissenschaftlich darstellbar ist, und oft auch nicht genau das, was dargestellt werden soll. Aus diesem Grunde habe ich statt des Wortes »zweckmässig« den Ausdruck erhaltungsmässig angewendet. Er ist frei von Nebenbedeutungen, welche auf ideelle Ursprünge zurückweisen; er hat eine rein ätiologische Bedeutung und ist darum für Wissenschaften geeignet, welche es mit den realen Ursachen der Naturerscheinungen zu thun haben, und nicht mit Gedanken über den ideellen Ursprung der Welt und ihres Inhaltes. Er erinnert an das umfassendste Gesetz der Naturwissenschaften, an das Gesetz von der Erhaltung der Gesammtsumme aller Naturkräfte. Alle Einrichtungen der Pflanzen und Thiere, welche nothwendig sind für die Erhaltung der Individuen und der Artformen, müssen auch diesem allgemein herrschenden Gesetz entsprechen.

Ich habe nach einem anderen kürzeren Worte gesucht, aber keins gefunden, welches dem Worte »erhaltungsmässig« vorzuziehen wäre. Das Wort »zielstrebig«, welches v. Baer einführen wollte, setzt ebenfalls einen Gedanken vor die That und zwar pleonastisch, durch »Ziel« und dann noch einmal durch »strebig«[1]).

Obgleich ich das Wort »erhaltungsmässig« schon vor zehn Jahren zum ersten Male in Anwendung brachte, habe ich mich doch längere Zeit gescheut, es regelmässig in Vorträgen und Schriften zu gebrauchen. Wir sind viel leichter geneigt, ein der griechischen oder lateinischen Sprache entnommenes Wort zur Bezeichnung eines neuen Dinges oder Begriffes in Anwendung zu bringen, als ein Wort, dessen Elemente der Muttersprache entstammen, wie zweckmässig dasselbe dafür auch gebildet sein mag. Den fremden Ausdruck nehmen wir weniger widerstrebend in Gebrauch, weil er für uns nicht mit so vielen Nebenbedeutungen behaftet ist, wie Worte der Muttersprache.

Aber man überwinde nur diese erste Scheu bei dem Worte »erhaltungsmässig«; man versuche nur, es in Rede und Schrift zu gebrauchen, und man wird bald ebenso wie ich, seine Zweckmässigkeit für naturwissenschaftliche Auseinandersetzungen erkennen.

Man wird hier bemerken, dass ich durchaus nicht überall das Wort »zweckmässig« durch den Ausdruck »erhaltungsmässig« ersetzen will. Denn der Mensch hat wirklich Zwecke und kann zweckmässig handeln, wie wir erfahrungsmässig wissen.

1) Vergl. K. E. v. Baer, Studien aus dem Gebiete der Naturwiss., Petersburg 1876, p. 49 u. 170 und G. Seidlitz, Beiträge zur Descendenztheorie, Leipzig 1876, p. 40.

Die Natur befindet sich in jedem Momente ihrer Existenz in einem erhaltungsmässigen Zustande. Es ist das höchste Ziel der biologischen Wissenschaften, die organischen Individuen als erhaltungsmässige Glieder des erhaltungsmässigen Naturganzen zu erkennen. Sie haben nachzuweisen, dass die Organe einer Pflanze oder eines Thieres für einander erhaltungsmässig eingerichtet und thätig sind, und dass sie gegenüber allen biocönotischen Angriffen auf das Leben und die Fortpflanzung der Individuen erhaltungsmässig arbeiten.

Vielleicht wird man mir einwenden: Wenn es feststeht, dass die Welt als Ganzes erhaltungsmässig sein muss, warum soll dann noch Einzelnes in ihr als erhaltungsmässig hervorgehoben werden?

Allein die Welt als Ganzes ist kein Gegenstand der einzelnen Naturwissenschaften, welche es immer nur mit Theilen derselben und deren Beziehungen zu einander zu thun haben. Haben wir daher gefunden, dass gewisse auffallende Einrichtungen in Pflanzen und Thieren deren Erhaltung begünstigen, so müssen wir sie auch im Einzelnen als erhaltungsmässig bezeichnen dürfen, wenn wir unsere Beobachtungen Andern mittheilen wollen.

Ich bin jedoch der Ansicht, dass die biologischen Wissenschaften nach und nach dahin kommen werden, die Erhaltungsmässigkeit aller Einrichtungen der Pflanzen und Thiere im Einzelnen nachzuweisen, selbst das Auftreten rudimentärer Organe, welche keine nachweisbaren physiologischen Arbeiten verrichten.

Der Lebenslauf aller organischen Individuen besteht aus einer Folge erhaltungsmässiger Zustände, welche ursachlich auseinander hervorgehen. Jeder momentane Entwicklungszustand eines lebenden Wesens ist ein Durchschnittsact erhaltungsmässig für sein Leben zusammenwirkender Naturkräfte.

Alles was bei der Ausbildung der gesammten Specieseigenschaften regelmässig immer wieder erscheint, muss für die Erhaltung der Individuen und Arten nothwendig sein, also auch alle rudimentären Organe, welche in Embryonen und ausgewachsenen Thieren regelmässig wiederkehren. So lange sie immer wieder in der Ontogenese auftreten, müssen sie doch wenigstens histologisch nothwendige Bildungen sein, ohne welche die Continuität der Entwicklung gestört sein würde. Und daher müssen sie auch erhaltungsmässig sein. Wo wir ihre Erhaltungsmässigkeit im Besondern noch nicht verstehen, ist es unsere Aufgabe, sie verstehen zu lernen.

Wie weit die rudimentären Bildungen auf phylogenetischen oder auf biocönotischen Einwirkungen beruhen, kommt hierbei nicht in Be-

tracht, sondern lediglich ihre Erhaltungsmässigkeit für die Entwicklung lebenskräftiger und fortpflanzungsfähiger Individuen.

Bei dieser Auffassung der rudimentären Organe kann ich sie nicht als Bildungen ansehen, »welche für den Organismus selbst unnütz, für seine Lebenszwecke gleichgültig, für seine Functionen werthlos sind«, wie Prof. HAECKEL glaubt [1]).

Da in den Naturwissenschaften kein Platz für teleologische Betrachtungen ist, so dürfen wir darin auch keine dysteleologischen anstellen.

Nicht Alles, was in der Natur geschieht, ist erhaltungsmässig. Fällt ein fliegender Fisch auf das Verdeck eines Schiffes, oder wird er auf seiner Flugbahn von einem Fregattvogel gefangen und verschlungen, so tritt für ihn das schlimmste erhaltungswidrige Ereigniss ein, aber nach naturerhaltungsmässigen Gesetzen.

Die furchtbarsten lebenserhaltungswidrigen Ereignisse, die grossen Völkerschlachten, auch diese geschehen nach welterhaltungsmässigen Gesetzen.

Wer sich bei der wissenschaftlichen Erforschung der Erhaltungsmässigkeit der Natur nicht beruhigen mag, der kann sich dem Glauben hingeben, dass die erhaltungsmässigen Einrichtungen ihrer Theile Ausführungen eines vollkommen zweckmässigen Schöpfungsplanes seien, und er mag in diesem Glauben die gesuchte Befriedigung finden; eine wissenschaftlich sichere Lösung des Problems hat er durch diesen Glauben jedoch nicht gewonnen.

Wie die Erhaltungsmässigkeit der Welt ein Gegenstand der Wissenschaft ist, so wird die Zweckmässigkeit derselben immer nur eine Annahme des Glaubens bleiben. —

1) E. HAECKEL, Anthropogenie, 2. Aufl. 1874, p. 86 u. 691. Eine »Dysteleologie oder Unzweckmässigkeitslehre« hat Prof. HAECKEL zuerst aufgestellt in seiner Generellen Morphologie, Berlin 1866, I, p. 100; II, p. 266.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

Fig. 1. Proximaler Theil der linken Brustflosse eines Exocoetus nigricans in natürlicher Grösse (s. p. 356).

B Bänder zwischen den Flossenstrahlen.

Br Bandrolle, unter welcher die Sehne (*S*) des Vor- und Abwärtsziehers der zwei ersten Flossenstrahlen herabläuft.

Bs Die vier Basalknochen des Schultergürtels.

C Clavicula.

Co Coracoid.

eH elastische Haut zwischen den Flossenstrahlen.

F Oberer Fortsatz der Clavicula.

S Sehne des Vor- und Abwärtsziehers der zwei ersten Flossenstrahlen.

Sc Scapula.

Fig. 1*a*. Gelenkflächen des 7. und 8. Paares der Halbstrahlen der linken Brustflosse eines Exocoetus nigricans, 2 mal vergrössert.

h hintere Halbstrahlen, *v* vordere Halbstrahlen.

Fig. 1*b*. Querschnitt zweier zusammengehörenden Halbstrahlen aus der Brustflosse eines Dorsches (Gadus morrhua).

h hinterer Halbstrahl, *b* vorderer Halbstrahl.

Fig. 1*c*. Dritter Basalknochen eines Exocoetus nigricans; obere Profilansicht, 2 mal vergrössert.

Fig. 2. Querschnitt der rechten Brustflosse eines Exocoetus Rondeletii CV., 1 cm von dem Gelenk entfernt, 2 mal vergrössert,

h hintere Seite, *o* oberer Rand, *u* unterer Rand, *v* vordere Seite.

Der Pfeil *SL* zeigt in der Richtung der oralen Achse des Fischkörpers nach vorn und hat die Lage der Kielschuppenlinie am Rande des Bauches (s. p. 357).

Fig. 3. Querschnitt von drei mittleren Brustflossenstrahlen eines Exocoetus nigricans in der Nähe des Gelenkes, um die Lage der Bänder *B* zu zeigen.

h hinten, *o* oben, *u* unten, *v* vorn.

Fig. 4. Die medialen Muskeln (Binnenmuskeln) der rechten Brustflosse eines Exocoetus nigricans, der 250 Mm. lang war und 156 Gr. wog (mit Spiritus getränkt), in natürlicher Grösse (s. p. 361).

F oberer Fortsatz der Clavicula,

oB oberflächliche Schicht (vergl. p. 361),

tB tiefere Schicht (vergl. p. 361).

Fig. 5. Die lateralen Muskeln (Aussenmuskeln) derselben Brustflosse.

B Bänder zwischen den Flossenstrahlen,

oA Oberflächliche Lage (s. p. 359),

tA Tiefere Lage (s. p. 360),

C Clavicula, *F* oberer Fortsatz derselben,

DSch Diese senkrechte Linie giebt die Richtung an, in welcher die Muskelmasse der rechten Brustflosse von Exocoetus nigricans durchschnitten wurde, um die Schnittfläche zu erhalten, welche in Fig. 6 dargestellt ist (s. p. 359).

Fig. 6. Schnittfläche der Brustflossenmuskeln von Exocoetus nigricans (s. p. 359—61).

C Schulterknochen,
A Aussenmuskeln,
B Binnenmuskeln,
o oberflächliche Schicht,
t tiefere Schicht.

Fig. 7. Querschnittfläche des Rumpfes eines Exocoetus oxycephalus Bleek. 1 cm vor dem Ursprunge der Bauchflossen (s. p. 362).

Die Seitenrumpfmuskeln sind roth dargestellt.
D Darm,
G Geschlechtsdrüse,
N Niere,
Sch Schwimmblase,
Sl Kielschuppenlinie,
W Wirbelsäule,

Fig. 8. Mund eines Exocoetus evolans L. von vorn, in natürlicher Grösse.

oMk Obere Mundklappe,
uMk untere Mundklappe,
Uk Unterkiefer,
Zwk Zwischenkiefer.

Fig. 9. Seitenansicht des Kopfes eines Exocoetus evolans in natürlicher Grösse.

Die Pfeile zeigen die Richtung des Wasserdruckes an, durch welchen die freien Ränder der obern Mundklappe (*oMk*) und der untern (*uMk*) gegeneinander bewegt werden, um den geschlossenen Mund wasserdicht zu machen (s. p. 362—63).
InO Interoperculum,
Kh Kiemenhaut.
O Operculum,
PrO Praeoperculum,
SuO Suboperculum.

Fig. 10. Die obere Mundklappe (*oMk*) an dem Zwischenkiefer (*Zwk*) eines Exocoetus nigricans.

Fig. 11. Kopf eines Exocoetus nigricans mit geschlossenem Munde und aneinanderstossenden Mundklappen (*oMk* und *uMk*).

Fig. 12. Ein Exocoetus, welcher dem Winde und dem Laufe der Wellen entgegenfliegt. Die grösseren wagrechten Pfeile geben die Richtung des Windes an; die kleineren die Richtung der aufsteigenden Luftströmungen, welche den Fisch emporheben, wenn er einen Wellenberg passirt. (Man vergleiche p. 371.) Die Wellen sind verhältnissmässig viel zu klein dargestellt.

Fig. 13. Querschnitt eines Schiffes und der Bahn eines Exocoetus, welcher auf das Deck desselben geführt wird.

Die grösseren Pfeile bezeichnen den Gang des Windes an der Windseite des Schiffes; die kleineren die Luftströmungen, welche in den Wellenthälern emporsteigen.
St der Stand meines Stuhles, als ein fliegender Fisch meinen Kopf streifte. (Man vergl. p. 344). Schiff und Wellen sind verhältnissmässig viel zu klein dargestellt.

Kiel, im Januar 1878.

Faunistische Studien in den Süsswasserseen der Schweiz[1].

Von

Dr. F. A. Forel,

Professor an der Akademie zu Lausanne.

Die allgemeinen Bedingungen und die Entstehung der Formen der Thiere und Gewächse, welche gesellschaftlich in unseren Süsswasserseen des nördlichen Abhanges der Alpen leben, bieten so viel Interesse, dass ich versuchen will, die Hauptfactoren dieser Vorgänge in dem jetzigen Jubelhefte zusammenzufassen. Die Untersuchungen über diese Faunen und Floren sind bei weitem noch nicht beendigt; sie sind, so zu sagen, kaum angefangen; für manche Species bestehen die systematischen Bestimmungen noch nicht, und in manchen Seen ist die einfache Nomenclatur der Wesen noch nicht zu Stande gebracht. Bei diesen Umständen mögen die allgemeinen Betrachtungen, welche ich kurz erörtern werde, dazu wirken, einige Naturforscher in ein so reiches Gebiet einzuladen; für jeden ist noch Platz und Arbeit vorhanden, jeder wird sich leicht eine schöne Ernte von Neuigkeiten verschaffen können.

In Bezug auf die allgemeinen Bedingungen des Lebens in einem Süsswassersee, kann man denselben in drei Hauptregionen theilen, nämlich die l i t t o r a l e, die p e l a g i s c h e und die t i e f e Region unterscheiden. Um diese Eintheilung zu rechtfertigen, will ich die Me-

1) Vergl. F. A. Forel, Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Bull. soc. vaud. sc. nat. X. 217. Lausanne 1869. — Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde etc. I. Série 1874, II. Série 1875, III. Série 1876 Lausanne. Rouge et Dubois. — La faune profonde des lacs suisses, Discours prononcés devant la Soc. helvét. des sc. nat. I. Discours, Schaffhausen 1873. II. Discours, Chur 1874. — Notice sur l'histoire naturelle du lac Léman. Montreux 1876.

dienverhältnisse und die Faunen unseres Lemans (Genfersee) kurz auseinandersetzen [1]).

I. Die littorale Region (Uferregion) zieht sich bandartig längs der Küste hin, und erstreckt sich bis zu einer Tiefe von 10 M. bis 15 M. in den See hinaus. Die vom Medium abhängenden Bedingungen sind folgende: Schwacher Druck; heftige Bewegung des Wassers durch Wellen und Strömungen; veränderliche Temperatur von 5° bis 25° C.; Beleuchtung durch Sonnen- und Mondlicht; zahlreiche und verschiedene harte Gegenstände bieten den Thieren feste Anheftungspuncte. — Im Allgemeinen sehr grosse Variabilität der Medienumstände.

Die Flora ist eine sehr reiche und besteht aus den Waldungen der Potamogeton, Myriophyllum und Ceratophyllum, aus den Rasen der Chara und Nitella, und aus den die Steine und Pfähle deckenden Teppichen der Cladophora und Ulothrix. Es bleiben noch zu erwähnen eine reiche Anzahl von niedrigen Algen. Oscillariae, Rivulariae, Chaetophorae, Diatomaceae etc.

Die littorale Fauna ist die bis jetzt allgemein bekannte und classische Fauna der Seen, die »lacustrische« Fauna; vor 15 Jahren wusste man von keiner anderen. Ich werde die Aufzählung der Arten nicht hier unternehmen; die Reihe würde etwas zu lang sein und ist bekannt genug. Nur die allgemeinen Charactere dieser Thiere will ich erwähnen. Es sind stark gebaute Thierchen, lebhaft pigmentirt, gute und kräftige Schwimmer; entweder besitzen sie Haftorgane, um vom Wellenschlage nicht weggerissen zu werden, oder sie können in schneller Eile gegen zu heftige Bewegungen des Wassers einen sicheren Zufluchtsort finden.

Wie die äusseren Bedingungen von einer Küste zur andern, von einer Bucht, von einer Landspitze zur andern sehr verschieden sind, so kann man die littorale Fauna in so viele Unterabtheilungen trennen, und die Gruppen der Thiere theilen, welche auf einem steinigen oder sandigen, oder schlammigen Boden, auf nacktem oder bewachsenem Grunde, über den verschiedenen Gewächsarten, in gut geschützten Buchten oder um stark umbrandete Landvorsprünge an der Mündung eines Flusses oder einer Cloake u. s. w. in Gesellschaft leben.

II. Die pelagische Region umfasst die Hauptmasse des Wassers des Sees, vom Rande der littoralen Region bis zur Mitte des Sees, von der Oberfläche bis zur unmittelbar dicht auf dem Grunde liegen-

1) In den folgenden Betrachtungen will ich die Fische vollständig bei Seite lassen; sie sind hauptsächlich beweglich und gehen in ihren täglichen und jährlichen Wanderungen durch die drei Regionen hindurch, in welchen die Wirbellosen cantonirt sind.

den Schicht. Die Medienumstände dieser Region sind mässig veränderlich: Druck gleich Null an der Oberfläche, mit der Tiefe zunehmend; heftige Bewegung der Wellen an der Oberfläche, vollkommene Ruhe von ein Paar Metern Tiefe an; Temperatur und Beleuchtung nehmen mit der Tiefe schnell ab. Es fehlen die harten Gegenstände, auf welchen die Thiere sich festsetzen, oder gegen welche sie durch Wellenschläge geworfen und dadurch zerschmettert werden könnten.

Die pelagische Flora ist äusserst einfach und besteht in zwei fast mikroskopischen Algen, Pleurococcus angulosus und Anabaena circinalis; diese kleinen Flocken entwickeln sich aber millionen- und milliardenfach.

Die pelagische Fauna ist arm an Formen, an Individuenzahl dagegen ausserordentlich reich. Im Leman kenne ich nur folgende Entomostraken: Leptodora hyalina, Bythotrephes longimanus, Daphnia hyalina, D. mucronata, Bosmina longispina, Sida crystallina, Cyclops brevicaudatus, Diaptomus castor; dann ein Infusorium, Vorticella convallaria, das festsitzend und in grosser Zahl auf den Flocken der Anabaena circinalis lebt[1]).

Die pelagische Fauna der Entomostraken zeigt folgende Charactere: es sind gute Schwimmer, obgleich ihre Bewegung keine rasche ist; ihre Schutzmittel liegen in ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit und ihren nächtlichen Gewohnheiten, welche sie immer in dunkele Orte treiben; wenn sie gefärbt sind, so besteht diese Verzierung in kleinen aber stark pigmentirten Puncten. Endlich führen sie deutlich tägliche Wanderungen aus; während der Nacht leben sie dicht an der Oberfläche des Wassers, wenn dieselbe nicht zu stark vom Wellenschlage bewegt ist; während des Tages dagegen steigen sie in eine Tiefe von 10, 20, 50 Metern hinunter und verweilen dort[2]).

III. Die tiefe Region ist der eigentliche Boden des Sees, und die unmittelbar auf ihm liegende Wasserschicht von den äussersten Grenzen der littoralen Region an, d. h. von einer Tiefe von ca. 15 M. bis zur grössten Tiefe des Sees (334 M.).

Die Medienverhältnisse sind wie folgt zu beschreiben: Starker Druck, welcher mit je zehn Meter um eine Atmosphäre gesteigert wird.

1) Auf Pleurococcus angulosus dagegen habe ich niemals eine einzige Vorticelle gesehen.

2) Daphnia mucronata macht eine Ausnahme; sie ist ziemlich lebhaft gefärbt und ist während des Tages an der Oberfläche zu finden. Ich will jetzt nicht näher darauf eingehen, ob diese Art schon den pelagischen Bedingungen angepasst ist.

Vollkommene Ruhe. Sehr niedrige und beständige Temperatur; von 100 M. an unveränderliche Temperatur von 5,9° ± 0,5° C. Sehr schwache Beleuchtung, gleich Null; die chemische Wirkung der Sonne auf das Chlorsilber hört mit einer Tiefe von 45 M. im Sommer, von 100 M. im Winter auf. Es fehlen vollständig die harten Gegenstände, auf welche die Thiere sich ansetzen könnten; der Schlamm ist höchst dünn und weich.

Die Tiefenflora ist sehr schwach entwickelt: von 20 M. an findet man keine grünen Algen mehr; bis zu einer Tiefe von 100 M. kenne ich Oscillaria subfusca, O. versatilis und Pleurococcus roseopersinicus, dann eine ziemlich zahlreiche Reihe von Diatomaceen (21 Arten), welche in einer noch grösseren Tiefe anzutreffen sind. Diese pflanzlichen Organismen werden in einem dicken Ueberzug von kleinen Palmellaceen vergraben, welche eine besondere Schicht bilden, den sog. organischen Filz.

Die Tiefenfauna ist ziemlich reich an Species und an Individuenzahl; die meisten Typen der Süsswasser-Thiere haben dort ihre Vertreter (mit Ausnahme der Najaden und der Spongien). Ich werde die Species erwähnen, welche ich im Genfersee gefunden habe.

Arthropoda. Larven von Chironomus und Tanypus. Lemania (Campognatha) Foreli, H. Lebert. L. Schnetzleri, H. L. Arctiscon ... Halacarus ... Niphargus puteanus, var. Forelii, Al. Humbert. Asellus Sieboldii, Ph. de Rougemont. Lynceus lamellatus, L. macrourus, L. striatus, Candona reptans, Acanthopus ... R. Vernet. Cypris ... Cyclops ... Canthocamptus staphylinus.

Mollusca. Limnaeus stagnalis, L. abyssicola, A. Brot. L. Foreli, S. Clessin. Valvata obtusa, Pisidium Foreli, S. Cl., P. profundum, S. Cl.

Vermes Lumbriculus ... Tubifex ... Clitellio ... Stylaria ... Chaetogaster ... Piscicola geometra, Dorylaimus stagnalis, Trilobus gracilis, Mermis aquatilis, Ligula ... Dendrocoelum lacteum, D. fuscum, Microstomum lineare, Prostomum ... Schysostomum productum, Prorhynchus stagnalis, Mesostomum Ehrenbergii, M. lingua, M. Morgiense, G. du Plessis. Planaria (Vortex) Lemani, G. du P.

Bryozoa Fredericella ...

Rotatoria Floscularia ... Bracchion ...

Coelenterata. Hydra rubra.

Protozoa. Epistylis ... Vorticella ... Acineta ... Rhizopoda ... Amoeboidea ...

Die Thiere, welche diese Tiefenfauna bilden, sind klein, schwach, schwimmen langsam, können kaum über den Boden emporschwimmen; die meisten sind im Schlamme selbst begraben. Wegen Mangel an harten Gegenständen sind sie nie befestigt; der vollkommenen Ruhe des Wassers wegen brauchen sie es auch nicht zu sein.

Die äusseren Bedingungen sind in jedem Theile der tiefen Region des Sees dieselben; in Folge dessen ist diese Tiefen-Fauna überall gleich.

Diese drei beschriebenen Faunen im Leman sind auch in andern Seen zu finden; die vergleichenden Forschungen sind aber meistens noch nicht weit genug vorgeschritten, um heute etwas anders als ganz allgemeine Sätze geben zu können. Ich werde trotzdem versuchen den Ursprung dieser Faunen zu erörtern.

Zuerst habe ich etwas Allgemeines zu betonen, was gemeinsam für die sämmtlichen thierischen Faunen unserer subalpinen [1]) Länder ist. Die grosse Eiskruste, welche während der Eisperiode unser schweizer Hochland von einem analog dem jetzigen grönländischen Eismeere überzogen hatte, vernichtete am Ende der Tertiärperiode alles Leben, hatte die ganze Flora, die sämmtlichen festsitzenden Thiere zu Grunde gerichtet, die beweglichen Thiere in andere mildere Climate vertrieben. Was unsere lacustrischen Faunen betrifft, so waren sie vollständig ausgestorben; die Seen selbst waren nicht mehr vorhanden.

Die jetzigen lacustrischen Faunen sind also von eingewanderten Thieren entstanden. Diese Einwanderung hat durch zwei Hauptwege stattgefunden:

1. Von Ort zu Ort, allmälig, den Flüssen folgend, nach und nach die naheliegenden Gewässer immer weiter bevölkernd. Dies werde ich als normale oder active Einwanderung bezeichnen.

2. Durch Uebertragen mittelst anderer Thiere, und besonders auf wandernden Vögeln und Fischen. Ohne von den eigentlichen äusseren und inneren Parasiten zu sprechen, so tragen die Fische die Organismen mit sich (Larven von Najaden z. B.), welche sich an ihre Schuppen zufällig oder normal ansetzen; die Wasservögel, auf der Oberfläche des

1) Mit diesem Worte bezeichne ich den Theil des europäischen Hochlandes, welcher von dem grossen alpinen Gletscher während der Eisperiode bedeckt war. Von eigentlichen alpinen Faunen will ich hier nicht sprechen; letztere können selbst auf irgend einem hohen Felsen der allgemeinen Vernichtung, welche die Thiere der schweizer Ebene zu Grunde gerichtet hat, entgangen sein.

Sees schwimmend, sammeln an ihren Federn und Beinen die Eier und speciell die Dauereier, welche sie von einem See zum andern übertragen. Dies werde ich als zufällige oder passive Einwanderung bezeichnen[1]).

Diese zwei Arten der Einwanderung haben dahin gewirkt, dass unsere, sonst nach der Eisperiode leeren und todstillen Gewässer reichlich bevölkert wurden, und jetzt wie überall eine ansehnliche Reihe von thierischen und pflanzlichen Organismen darbieten. Dieses Factum aber der Einwanderung hat unseren Faunen einen allgemeinen und ganz eigenthümlichen, nicht gleich erkennbaren, aber theoretisch und historisch nachweisbaren Character gegeben; und dies lässt sich in drei Sätzen ausdrücken:

1. Unsere jetzigen schweizerischen oder subalpinen Faunen und Floren stammen nicht von den einheimischen tertiären Organismen, sondern von den Thieren und Pflanzen der quaternären Periode, welche während der Eiszeit in den benachbarten Ländern gelebt haben.

2. Die Differenzirung, welche diese tertiären Organismen in quaternäre umwandelt hat, hat also nicht in unserem Lande, sondern weit von uns stattgefunden.

3. Die Differenzirung, welche seit ihrer Einwanderung in unsere Lande und durch unsere localen Verhältnisse entstanden, ist nicht in einer sehr weit zurückliegenden Zeit zu suchen; sie ist verhältnissmässig eine moderne.

Ist diese Ursprungsgeschichte die gleiche für unsere drei lacustrischen Faunen?

Was die littorale Fauna betrifft, so haben wahrscheinlich die zwei Einwanderungsprocesse neben einander gewirkt. Erstens, durch die active Einwanderung von Fluss zu Fluss, von Teich und Moor zu Teich und Moor, sind die Wasserthiere bis in unsere Schweizer Seen angelangt, und haben dort die Anpassung an das lacustrische Leben erlitten; die Fluss- und Moororganismen haben sich in lacustrische Formen umgewandelt. Zweitens, durch passive Einwanderung, durch das zufällige Uebertragen auf Vögel und Fische, sind die schon in andern Seen an das lacustrische Habitat adaptirten Thiere in unsere Seen gebracht worden; diese letzte Klasse von eingewanderten Thieren hat also nur die Anpassung an die speciellen climatischen Verhältnisse unserer subalpinen Seen zu überleben gehabt. Mit diesen zwei ver-

1) Da es sich hier nur um das Bevölkern der obenliegenden Gewässer handelt, so haben wir nicht mit dem Transport durch das fliessende Wasser oder durch schwimmende Hölzer zu rechnen; dieselben wirken nämlich nur stromabwärts.

schiedenen Ursprüngen werden die gleichzeitig kosmopolitischen und speciellen, gemeinsamen und localen Charactere der littoralen Fauna leicht erklärt.

Die pelagische Fauna hat einen anderen Character. Die Formen sind sich in allen europäischen Gewässern gleich; sie variiren sehr wenig von einem See zum andern. Wenn wir darauf Acht geben, dass diese kleinen Entomostraken, obgleich ausgezeichnete Schwimmer, nicht dazu gebauet sind, um gegen Strom und Fluss kämpfen zu können, so werden wir leicht zu dem Schlusse kommen, dass die pelagische Bevölkerung der Seen, durch passive Einwanderung, durch Uebertragung mittelst Wandervögeln von einem See zum andern übertragen worden ist. Die Adaptation an das pelagische Leben hat also nicht nothwendig in unseren Seen und seit der Eisperiode stattgefunden; wir sind berechtigt, diese Anpassung in irgend anderen Seen von vielleicht sehr entfernten Gegenden, in irgend eine frühere geologische Periode zu versetzen. Wir haben daher mehr Zeit und mehr Raum um die Differenzirung zu erklären, und wir sind nicht gezwungen, die unmittelbare Abstammung von solchen abnormen Formen wie Leptodora und Bythotrephes in unseren Gewässern zu suchen[1]).

1) Ich glaube wie folgt die Hauptfactoren der Differenzirung der pelagischen Fauna erklären zu können. Erstens werde ich mit Weismann (Das Thierleben im Bodensee. 18. Lindau 1877) annehmen, dass die täglichen Wanderungen der pelagischen Entomostraken daher kommen, dass sie Crepuscular- oder Dämmerungsthiere sind; sie scheuen das zu glänzende Sonnen- und Mondlicht, sie kommen an die Oberfläche nur während der schönen, ruhigen, mondlosen Nächte, und während des Tages verweilen sie an der Grenze zwischen Licht und Dunkelheit in den tiefen Schichten des Wassers. Durch diese täglichen Wanderungen entgehen sie einem zu glänzenden Lichte, das ihren Opticus ermüden könnte, dann entkommen sie leichter den Zähnen der Fische, endlich finden sie in den verschiedenen Schichten genügende Nahrung, die in einer einzigen Schicht vielleicht zu spärlich wäre. Zweitens haben diese täglichen Wanderungen die eigentliche Bildung der pelagischen Fauna durch folgende Vorgänge verursacht. Die Dämmerungsentomostraken, jede Nacht an die Oberfläche kommend, treten also jede Nacht in die schwache oberflächliche Strömung, welche der Nachtwind (Landbrise) in Bewegung setzt; jede Nacht in der That weht der Wind seewärts und die Gegenstände, welche an der Oberfläche des Wassers schwimmen, werden jede Nacht etwas weiter nach der Mitte des Sees getrieben. Während des Tages dagegen gehen unsere Crepuscularthierchen in die Tiefe; sie entgehen also der Wirkung des Tageswindes (Seebrise), welcher landwärts zieht; während des Tages werden sie also nicht landwärts getrieben, und die seewärts zurückgelegte Strecke bleibt gewonnen. Diese Thierchen werden also mehr und mehr in die pelagische Region getrieben, verbannt, relegirt, und durch die Wirkung der Differenzirung werden sie nach und nach diese durchsichtigen, immer schwimmenden pelagischen Thiere, welche wir beschrieben haben. Diese einander folgenden Vorgänge geben

Die Tiefenfauna hat entschieden einen ganz anderen Ursprung: sie hat sich an Ort und Stelle, durch Anpassung an die Medienverhältnisse der tiefen Region aus Individuen der littoralen und vielleicht der pelagischen Fauna differenzirt. An ein passives Uebertragen durch andere Thiere ist hier gar nicht zu denken; es ist in der That keine directe Verbindung zwischen der tiefen Region von zwei verschiedenen Seen. Die Anpassung hat also unter relativ sehr einfachen Bedingungen in jedem See für sich, und ohne Mischung mit andern von anderen Seen stammenden Individuen, in einem ganz bestimmten und nicht bedeutend grossen Maximalzeitraume, nach der Eisperiode, stattgefunden.

Die Vorgänge dieser Anpassung können wir in folgenden Sätzen zusammenfassen: Erstens, die Tiefenfaunen werden in den verschiedenen Seen sehr ähnlichen Medienverhältnissen unterworfen; die allgemeinen Charactere dieser Faunen sind in Folge dessen in allen Seen mehr oder weniger dieselben. Zweitens, die Anpassung hat in jedem See getrennt und für sich stattgefunden; die Einzelnheiten der Formen sind demnach für jeden See speciell. Diesem Gedanken will ich einen andern Ausdruck geben: Die Thiere der Tiefenfaunen der verschiedenen Seen und zu derselben Gattung gehörend, gehören also in dieser Gattung ein und derselben Untergattung an, müssen aber für jeden See als besondere Species oder Varietät beschrieben werden.

Und in der That, das ist der Fall. Einige Dredge-Versuche in dem Neuchateler-, Züricher-, Walensee, lac de Joux, Boden-, Zeller- und Starnbergersee haben mir dieselbe Fauna gezeigt mit denselben allgemeinen Characteren, welche ich in der Tiefenfauna des Leman gefunden hatte. Aber das weitere Studium der einzelnen Formen hat Verschiedenheiten nachgewiesen, welche so weit gehen, dass z. B. Clessin schon acht verschiedene Species von Pisidien aus diesen wenigen Seen beschreiben konnte.

Wenn ich mich nicht irre, so kann man in diesem Variiren der Formen der Tiefenfaunen, unter solchen ganz speciellen Umständen, recht viel interessantes und vielleicht auch wichtiges für die allgemeine Zoologie finden.

Um am Ende dieser Arbeit das kurz zusammenzufassen, was wir oben auseinandergesetzt haben, so halte ich für wahr:

uns eine befriedigende Erklärung der Entstehung der pelagischen Fauna. Weismann's Theorie und die meinige ergänzen sich gegenseitig, und, meiner Meinung nach, stehen sie sich nicht so gegenüber, wie Weismann es glaubt.

1. Dass unsere sämmtlichen lacustrischen Faunen des subalpinen Landes von eingewanderten Thieren seit der Eisperiode abstammen.

2. Dass die verschiedenen Faunen auf verschiedene Weise entstanden sind, und nämlich:

a) Die littorale Fauna gleichzeitig durch active und durch passive Einwanderung aus anderen Seen anderer Länder.

b) Die pelagische Fauna durch passive Einwanderung der schon differenzirten pelagischen Thiere.

c) Die Tiefenfauna durch Differenzirung der schon an das Habitat in unseren Seen angepassten littoralen Fauna.

Ueber limicole Cladoceren.

Von

Dr. Wilhelm Kurz,

Professor an der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Kuttenberg.

Mit Tafel XVIII.

Unter den Anpassungserscheinungen der Thiere an die sie umgebenden Lebensbedingungen ist gewiss die Anpassung der Schlammbewohner an ihren schmutzigen und wenig anziehenden Aufenthaltsort eine der eigenthümlichsten. Der Schlamm beinahe aller Gewässer, insofern er nur eine genügende Nahrung bietet, wird von zahllosen Schwärmen kleiner Geschöpfe bewohnt, welche denselben in allen Richtungen durchkriechen, ihn auflockern und zur chemischen Zersetzung vorbereiten. Die Schlammbewohner gehören ganz heterogenen Thierklassen und Ordnungen an, sie enthalten Repräsentanten aller Thierkreise, und selbst die Vertebraten sind hier durch einige Fische und Amphibien vertreten. Neben den Muscheln stellen aber das grösste Contingent gewiss die Anneliden und die Crustaceen, jene durch die limicolen Oligochaeten, diese durch zahlreiche Vertreter aus mehreren Ordnungen. Es gehören hierher die Harpactiden unter den Copepoden, fast sämmtliche Ostracoden, Branchiopoden, die Wasserassel u. v. a. Auch unter den zarten Cladoceren haben sich einige Gattungen zu Schlammbewohnern qualificirt und deshalb auch grossentheils aberrante Körperformen angenommen. Als stete Limicolen sind die folgenden Cladoceren bekannt geworden:

Streblocerus serricaudatus,
Acantholeberis curvirostris,
Ilyocryptus sordidus, acutifrons und agilis (n. sp.),
Leydigia acanthocercoides und quadrangularis,
Alona quadrangularis, sanguinea, falcata und a. m.,

Pleuroxus (Rhypophilus) glaber, personatus und
Monospilus tenuirostris.

Viele andere Daphnoiden halten sich wenigstens zeitweilig im Grundschlamm der Gewässer auf, als

Ceriodaphnia rotunda, die sämmtlichen Lynceusgattungen und einige Lyncodaphniden.

Unter den Lebensbedingungen, welchen die Schlammbewohner unterworfen sind, üben die folgenden drei den mächtigsten Einfluss auf die Gestaltänderung derselben: 1. der erhöhte Wasserdruck, 2. die Dichte des Aufenthaltmedium (Schlamm), und 3. die veränderten Verhältnisse der absorbirten Gasarten in der Tiefe.

Die beiden ersteren, verbunden mit der Gewohnheit, auf dem Grunde herumzukriechen, und nur selten oder gar nie frei herumzuschwimmen, bedingen bei den Schlammbewohnern den massiven Bau des Integumentes und die schwerfälligen Formen des Körpers. Die limicolen Cladoceren haben entweder an und für sich schon eine stark chitinisirte Cuticula von beträchtlicher Dicke, wie der Vergleich der abgestreiften Hautskelete von freischwimmenden Daphniden einerseits und den kriechenden Lynceiden andererseits erkennen lässt, oder sie verdicken ihr Integument durch Apposition der älteren kleineren auf den jüngeren grösseren Schalenklappen und Kopfschildern, wie es bei Monospilus dispar, Alonopsis elongata und Ilyocryptus sordidus geschieht. In Folge dessen pflegt auch die Farbe dieser Thiere dunkel, und ihre Durchsichtigkeit gering zu sein. Die Schwerfälligkeit der Körperformen tritt besonders auffallend in dem unvortheilhaften Verhältniss der Schwimmorgane (Ruderantennen) zu den Körperdimensionen und in der ungenügenden Befiederung der Schwimmborsten hervor. Aber auch die einzelnen Dimensionen des Körpers stehen untereinander in anderen Verhältnissen bei den Schlamm-Cladoceren, als bei den frei schwimmenden Formen. Die Schwimmer sind stets langgestreckt, schmal, mit scharfem Kopf- und Rückenkiel (Sida, Daphnella, Daphnia, Acroperus), und wenn der Brutraum eine Erweiterung nöthig hat, tritt er buckelartig nach oben hervor (Moina, Holopedium, Evadne, Bythotrephes, Polyphemus); hingegen pflegen die Kriecher einen kürzeren und breiteren, oft kugeligen Körper zu besitzen, welcher sich zu einem wenig hohen, aber desto breiteren Brutraum erweitert (Ilyocryptus, Monospilus, Pleuroxus). Obzwar es unter den Schwimmern auch Rückenschwimmer (Holopedium, Scapholeberis) giebt, so sind sie doch der bei weitem grössten Mehrzahl nach Bauchschwimmer, während es unter den typischen Limicolen mehr Rücken- als Bauchschwimmer giebt, so z. B. viele Alona-, die Leydigia- und Ilyocryptus-Arten.

Ueber Streblocerus, Acantholeberis und Monospilus vermag ich keinen Aufschluss zu geben, da sie mir bei meinen Untersuchungen nicht vorlagen; die Pleuroxus-Arten sind hingegen ziemlich hurtige Bauchschwimmer. Das Schwimmvermögen steht mit der Entwicklung des Postabdomen und dessen Bewaffnung im verkehrten Verhältniss. Die besten Schwimmer haben einen kleinen oder gar einen rudimentären Schwanz (Daphnella, Holopedium, die Polyphemiden), während alle Kriecher durch ein massiges und stark bedorntes Postabdomen gekennzeichnet sind, so Alona, Leydigia und besonders Ilyocryptus. Auch bei der in der Tiefe lebenden Ceriodaphnia trifft dieses Merkmal zu, wenn man diese Art mit den übrigen Ceriodaphnien vergleicht. Ueber das dritte, oben angeführte Agens ist leider noch sehr weniges festgestellt. Es existiren meines Wissens keine Versuchsreihen über die Aenderungen der absorbirten Gasmengen mit zunehmender Tiefe[1]). Offenbar muss sich aber diese Menge mit der Flüssigkeitssäule ändern, da der Druck der darüber lastenden Flüssigkeits- und Gasschicht einen bedeutenden Einfluss ausüben muss. Dazu kommt noch die, freilich sehr geringe, Zusammendrückbarkeit des Wassers, mit der sich zugleich die molecularen Zwischenräume in demselben ändern, und endlich noch der Diffussionswiderstand des Wassers gegenüber der absorbirten Luft. Das über die Entwicklung des Integumentes Gesagte gilt bei den zu besprechenden Thieren nur für die äussere Körperoberfläche, welche den Einwirkungen des Schlammes unmittelbar ausgesetzt ist. Die Cuticula der inneren Theile, welche unter den Schalenklappen verborgen sind und nur vom reinen Athmungswasser bespült werden, die bleibt dünn und zart. Ja es scheint sogar für die Athmung in der Tiefe die Vergrösserung der athmenden Oberfläche nothwendig zu sein. Wenigstens findet sich dieses Verhältniss bei allen von mir untersuchten Tiefwasser-Cladoceren. Die athmenden Anhänge der Hinterfüsse nehmen bei diesen Thieren an Grösse desto mehr zu, je tiefer die Art sich aufhält. In dieser Hinsicht vergleiche man die musterhaften Zeichnungen Lund's in Naturhistorisk Tidsskrift 1870, p. 129, Taf. V—IX, besonders die Abbildungen der letzten Fusspaare von Acantholeberis (VII, 10—12) und Ilyocryptus (VIII, 4—6). Ueber das Verhalten der »blattförmigen Anhänge« oder des »Aussenastes« (Ydergreen nach Lund) sagt dieser Autor:

1) Für das Salzwasser hat J. Y. Buchmann in einer der letzten Sitzungen der »Royal Society of Edinburgh« eine Reihe von Beobachtungen der Challenger-Expedition mitgetheilt, aus welcher die Abnahme des Sauerstoffes mit der Tiefe, mit der Menge der Thiere und dem Fehlen von Pflanzen ersichtlich ist. Für das Süsswasser dürften sich die Verhältnisse wohl ähnlich stellen.

»Den (Ydergreen) naaer navnlig en overordentlich Størrelse paa de bageste Fodpar hos nogle Bundformer.« (Der [Aussenast] erreicht namentlich eine ausserordentliche Grösse an den letzten Fusspaaren bei einigen Grund[Schlamm]formen.) Nach dem eben Gesagten scheint die Annahme berechtigt zu sein, dass der Luftgehalt des Wassers mit der Tiefe trotz des erhöhten Druckes abnimmt. Daneben mögen aber noch andere Umstände einen bedeutenden Einfluss auf die erwähnte Vergrösserung der athmenden Fussanhänge ausüben. Bei den freischwimmenden Cladoceren athmet ohne Zweifel auch zum Theil die zarte äussere Haut mit, während sie bei den Tiefenbewohnern durch starke Chitinisirung für die Athmung vollständig verloren geht, und demnach anderweitig ersetzt werden muss. Ferner bedingt die grabende Lebensweise dieser Thiere einen viel rascheren Stoffwechsel und daher auch einen energischeren Gasaustausch in den Athmungsorganen, zu welchem Zweck eine Vergrösserung ihrer Fläche nothwendig werden kann. Sollte sich demnach durch physikalische Versuche die oben geäusserte Vermuthung als unrichtig herausstellen, so wäre die Vergrösserung der blattförmigen Fussanhänge bei den Limicolen ausschliesslich auf Rechnung der beiden letzteren Umstände zu setzen.

Aber selbst die Sinnesorgane erleiden unter dem Einfluss der eigenthümlichen Umgebung auffallende Veränderungen. Die Tastantennen sind bei allen Schlammbewohnern beweglich eingelenkt, um dem zufälligen Widerstande des Bodens nachgeben und ausweichen zu können, während bekanntlich bei der grössten Zahl der freischwimmenden Daphniden, Bosminiden und Polyphemiden die Tastantennen wenigstens im weiblichen Geschlecht starr sind. Die Beweglichkeit dieser Extremitäten bei den Männchen lässt einen Schluss zu auf die noch sehr wenig bekannten Manipulationen der Männchen während der Begattung, bei welcher die unbeweglichen Antennen diesem Act wahrscheinlich ein grosses Hinderniss bereiten würden. Und in der That bestätigen die spärlichen bisherigen Beobachtungen über den Begattungsact die aufgestellte Annahme, denn das Männchen legt sich stets mit der Bauchseite dicht an das Weibchen an, während die bewegliche Tastantenne sich knapp an den Bauch des Männchens anschmiegt, oder zum Theil sogar als Hülfswerkzeug beim Festhalten des Weibchens fungirt.

Das zusammengesetzte Auge wird in Folge der in der Tiefe herrschenden Finsterniss meist reducirt, und wir finden in der Reihe der oben angeführten Schlamm- und Tiefen-Cladoceren keine einzige Species, deren Auge sich vergleichen liesse mit dem der Oberflächenbewohner. Bei diesen ist das zusammengesetzte Auge oft zu wunderbar

complicirten Sehapparaten (Podon) ausgebildet, während es bei dem limicolen Monospilus gänzlich schwindet. Das umgekehrte Verhältniss besteht hingegen bei dem Nebenauge. Diejenigen Cladoceren, welche die oberen Wasserschichten bevölkern, besitzen stets ein sehr kleines und zuweilen sogar ein unpigmentirtes (Hyalodaphnia, Moina) oder gar kein (Daphnella) Nebenauge. Die Tiefwasserbewohner haben hingegen stets ein sehr grosses Nebenauge, welches sogar das zusammengesetzte an Grösse übertreffen kann (Leydigia), oder endlich die Function des Sehens allein übernimmt (Monospilus). Bei den Schlammbewohnern handelt es sich beim Sehen wohl nicht so sehr um die Unterscheidung von einzelnen Gegenständen, als vielmehr nur um die sichere Erkenntniss des jeweiligen Helligkeitsgrades — und dazu reicht der mit einem Pigmentfleck versehene Gehirnfortsatz aus, den man als Nebenauge zu bezeichnen pflegt. Deshalb schwinden bei diesen Thieren die brechenden Bestandtheile des Auges (Krystallkegel) und es bleiben nur die percipirenden übrig, während bei den im Sonnenlichte lebenden Formen eben die brechenden Medien sich oft auf Unkosten des Pigments vergrössern (Hyalodaphnia, Sididen etc.).

Unter allen oben aufgezählten Limicolen besitzt unstreitig das Genus Ilyocryptus die hervorgehobenen Charactere in höchster Ausbildung. Diese Gattung scheint aber keinem der bisherigen Beobachter in einer grösseren Anzahl von Exemplaren vorgelegen zu haben. Fischer [1]) fand nur ein einziges Exemplar von I. sordidus im Schlamm eines Gewässers bei Sergiefskoje; Leydig ebenfalls nur ein Individuum in einer trüben Lache bei Tübingen; G. O. Sars sagt darüber: »I Omegnen af Christiania synes dette Dyr at väre meget sjeldent« und über I. acutifrons: »Jeg har kun fundet den i Maridalsvandet ved Christiania«; bei Normann und Brady heisst es: »To the two localities in the neighbourhood of Sedgefield, where I. sordidus first occured in Britain, and was noticed by Mr. Normann [2]), Mr. Brady has now added a third, viz., the Eastern Lake at Belsay, Northumberland«. P. E. Müller sagt: »Ilyocryptum sordidum in stagnorum limo repentem haud frequens repperi« und führt als Fundorte an: Fortundammen i Jägersborg-Hegn og mellemste Dam i Frederigsborg Slotshave. Desuden har L. Lund et Exemplar fra en lille Dam i Närheden af Farum. I Jydland

1) Die Abhandlungen der betreffenden Autoren sind bei der Characteristik der beiden Arten angeführt.

2) In der Arbeit von Norman aus dem Jahre 1863. Siehe unten.

(= Jütland, im Text heisst es fehlerhaft Jylland) er den funden i en større Grøft, der staaer i Forbindelse med Skive-Aa (Dr. MEINERT)«. Zuletzt wurden die beiden bisher bekannten Arten beobachtet von B. HELLICH; er findet den I. sordidus »am Grunde der Gewässer ziemlich selten und nie in grosser Schaar«, und den I. acutifrons »am Grunde der Gewässer selten«. — Nun habe ich aber bei emsigerem Nachsuchen den I. sordidus an zahlreichen Fundorten, und zwar oft in überraschenden Mengen gefunden. Es ist sehr leicht, denselben mehrere Monate hindurch in Aquarien zu erhalten, ja ich habe ihn sogar überwintert — und auch im Freien scheint sich diese Art das ganze Jahr hindurch parthenogenetisch fortzupflanzen. Wenigstens gelang es mir weder im Aquarium, noch bei meinen Ausflügen im Winter je eines Männchens habhaft zu werden. Erst am 14. August 1877 fing ich zwei Männchen von I. sordidus. Dieser Umstand, sowie auch das Auffinden einer dritten Art dieser Gattung, und die unvollständige Kenntniss des I. acutifrons [1]) sind der Grund, warum ich diese Gattung einer Revision unterziehe.

Ilyocryptus Sars.

Der flache Kopfschild ist nach hinten deutlich abgesetzt und meist durch einen queren Einschnitt von den Schalenklappen getrennt. Von oben gesehen ist er annähernd dreieckig mit stumpfem Stirncontour. An den Seiten erweitert er sich in scharfe, wagrechte Fornices, die oberhalb des starken Stammgliedes der Ruderantennen dachartig vorragen und vorn in der Stirne zusammenstossen. Von der Seite betrachtet erscheint der Kopf ebenfalls dreieckig, nach vorn in die Stirne zugespitzt. Von derselben läuft an der Bauchseite eine dritte ziemlich scharfe Kante gegen die Oberlippe herab; unter derselben befinden sich die beiderlei Augen und seitlich von ihr entspringen die Tastantennen. Der ganze Kopf entspricht somit einer dreiseitigen Pyramide, welche mit ihrer Basis dem Körper aufsitzt und an der Spitze die Stirne bildet. Gegen den Bauch ist eine Kante, gegen den Rücken eine Fläche gerichtet.

Die Schalenklappen sind nur am Rücken miteinander verwachsen, sie haben einen abgerundet viereckigen Umriss. Der Bauchrand, sowie bei den Weibchen auch der Rücken sind ziemlich gewölbt, während

1) Vom I. acutifrons existirt bisher nur eine einzige Zeichnung, nämlich die Abbildung des Postabdomens in den Arbeiten der Zoologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen (Die Cladoceren Böhmens von B. HELLICH, 1877, p. 71, Fig. 31).

der freie Hinterrand schräg nach hinten abfällt. Die äussere Cuticula des Kopfes und der Schalenklappen ist sehr stark chitinisirt und horngelb bis dunkelroth gefärbt. Die Arten dieser Gattung sind deshalb recht undurchsichtig. Der Bauch und Hinterrand sind der ganzen Länge nach mit langen, gefiederten oder verästelten Dornen dicht besetzt, die längs des Bauchrandes beweglich, am Hinterrande aber starr sind. Der Vorderrand ist ohne Haare, der Vorderwinkel des Bauchrandes trägt vor dem dichten Randbesatz meist 4 weitläufiger gestellte Fiederhaare, die schief nach auswärts gerichtet sind, während die nachfolgenden dichteren Haare senkrecht nach unten abstehen.

In meiner »Dodekas etc.« habe ich bei I. sordidus bereits auf eine Fettansammlung aufmerksam gemacht, die ich nun auch bei den übrigen Ilyocryptus-Arten wiederfinde. Zahlreiche Fetttropfen werden in der Schalenduplicatur vor und unter der Schalendrüse aufgehäuft, so dass hier ein zusammenhängender Fettkörper entsteht. Vergl. Fig. 1, 6 u. 11.

Die Schalenklappen bilden einen sehr breiten und ziemlich hohen Brutraum, daher die Thiere, von vorn oder hinten gesehen, besonders in den Rückenpartien sehr breit erscheinen, während die Schalenklappen gegen den Bauch ziemlich flach convergiren. Diesem Verhältnisse entsprechend, ist auch der von der Schale umschlossene Körper recht breit. Ja er setzt sich nach beiden Seiten in je eine Hautfalte fort, welche sich nach unten umbiegt und der Innenfläche der Schalenklappen innig anschmiegt, ohne jedoch mit derselben zu verwachsen. Nach hinten convergiren die beiderseitigen Seitenfalten gegen den Rückenzipfel, welcher bei allen Arten stark entwickelt und nach vorn umgebogen ist. Dadurch kommt ein äusserst fester Verschluss des Brutraumes zu Stande, in welchem dann die sehr concentrirte, oft röthlich gefärbte Nährflüssigkeit sich unverdünnt erhalten kann. Der Brutraum pflegt 2—6 Eier zu beherbergen. Die Wintereier sind unbekannt. Die eben geschilderten Verhältnisse nähern sich bis auf den Rückenzipfel dem Verschluss, wie er bei Moina durch Weismann[1]) bekannt gemacht wurde. Ja es scheint mir sogar wahrscheinlich zu sein, dass auch bei den Ilyocrypten ein Nährboden sich vorfindet, doch gelang es mir der grossen Undurchsichtigkeit wegen nicht, darüber in's

1) »Ueber einige neue oder unvollkommen gekannte Daphniden« in den Verhandlungen der Freiburger naturforschenden Gesellschaft Bd. VII, 1877, und Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. III. Die Abhängigkeit der Embryonalentwicklung vom Fruchtwasser der Mutter (Zeitschrift für wiss. Zool. XXVIII. Bd.) 1877.

Klare zu kommen. Das Postabdomen ist sehr gross und taschenmesserartig gegen den Bauch eingeklappt, so dass die Schwanzkrallen zwischen den vorderen Schalenrändern gegen die Tastantennen hervorragen. Es bildet eine ziemlich enge, aber hohe Lamelle, deren Ventralrand beinahe geradlinig gegen die Schwanzkrallen sich erstreckt, während der Dorsalrand doppelt bogenartig gebuchtet ist.

Von den Schwanzkrallen verläuft der grössere Bogen, der den After trägt — wir können ihn mit Schödler »verlängerte Afterspalte« nennen, hier bogig gekrümmt. Ihre Ränder sind jederseits mit 2 Längsreihen von starken Stacheln besetzt. Der zwischen dem After und den Steuerborsten sich erstreckende Bogen ist stets nur mit einer einzigen Längsreihe von starren Stacheln versehen [1]. Diese Stachelreihe macht beinahe den Eindruck eines Kammes und kann daher als »Supraanal-Kamm« bezeichnet werden. Nur selten erstreckt sich eine (die innere) von den Längsreihen der Analspalte seitlich vom Supraanalkamm nach hinten gegen die Steuerborsten (I. acutifrons). Die Schwanzkrallen sind ausnehmend lang, vor dem Ende etwas stärker gekrümmt und meist plötzlich verjüngt (besonders auffallend bei I. acutifrons). Sie sind stets mit 2 Basaldornen versehen.

Die Steuerborsten sind von Leibeslänge, zweigliedrig, am Endglied spärlich gefiedert und unregelmässig gebogen. Ihrer Länge entsprechend ragt von ihrem Ansatzhöcker ein starker Bindegewebsstrang bis gegen den After, ihnen zur Stütze dienend.

Von Extremitäten sind vorhanden die 2 Antennen-, 2 Kiefer- und 6 Fusspaare.

Die Tastantennen sind zweigliedrig, mit kurzem, kubischem Basal- und langem, beinahe geradem Endglied. Die zahlreichen Riechhaare sind sämmtlich in einer terminalen Gruppe vereinigt, nur zwei bedeutend längere Cylinder entspringen um etwas unbedeutendes höher. Nach ihrer Stellung lassen sich die 3 Arten sofort unterscheiden.

Die Ruderantennen sind äusserst robust; besonders stark und lang ist das quergeringelte Stammglied. Die Querringeln sind entweder mit Haarreihen oder kleinen Stacheln besetzt.

Gegen den Rücken und nach aussen sitzt unfern der Basis dieses Gliedes ein Paar ungleicher Tastborsten. Die vordere ist gefiedert und einigemal so lang wie die hintere. Am Ende des Stammes befindet sich nach vorn ein stark chitinisirter Dorn und nach hinten ein zartes ge-

[1] Norman (1863) bildet (Fig. 7) diese Reihe irrthümlich doppelt ab, während an der Analspalte nur je eine Reihe dargestellt wird.

fiedertes Tasthaar[1]) von oft bedeutender Länge (I. acutifrons). — Der äussere Ast dieser Antenne ist vier-, der innere dreigliedrig. Jener hat am 2. und 4. Gliede je einen Dorn und an letzterem Gliede noch drei terminale Ruderborsten. Der dreigliedrige Ast besitzt am Endgliede einen Dorn und ebenfalls 3 Ruderborsten, am mittleren und Basalgliede sitzt je eine seitliche Ruderborste. Sämmtliche Borsten sind zweigliedrig und am Endgliede scheinbar noch einmal gegliedert. Entweder sind sie völlig glatt, oder aber nur sehr spärlich behaart. Die Thiere vermögen in Folge dessen gar nicht zu schwimmen, sondern sie kriechen nur im Schlamm herum und kehren dabei meistens den Bauch nach oben.

Die Mandibeln inseriren unfern der Stelle, wo die Fornices mit dem Vorderrande der Schalenklappen zusammenstossen. Sie sind sehr stark und wenig gekrümmt. Sowie überall, sind sie auch hier hohle Chitingebilde, in deren Inneres die Kaumuskeln durch eine Oeffnung an der Innenseite eintreten. Zur Vergrösserung der Insertionsfläche dient den Muskeln noch ein Chitinflügel, in welchen sich der Rand der Mandibularöffnung nach aussen umbiegt. Die Kaufläche ist mit einigen Reihen von stumpfen, aber starken Höckerzähnen versehen. Schon nach dieser Bezahnung weisen sich diese Thiere als herbivor aus, und in der That leben sie von den Abfällen der Wasserpflanzen, die dem Schlamme beigemengt sind.

Die Maxillen sind bei allen herbivoren Cladoceren von auffallender Uniformität. Ihre verborgene Lage entzieht sie meist der Beobachtung. Aber an abgeworfenen Häuten unterliegt es meist keiner Schwierigkeit, sich von ihrer Anwesenheit und ihrer Bildung zu überzeugen. Sie bestehen immer aus zwei Gliedern, einem wahrscheinlich unbeweglichen Grundglied, welches meist übersehen zu werden pflegt, und einem Endglied, welches jenem beweglich eingelenkt ist. Die Bewegung desselben geschieht stets in einer wagrechten Ebene von hinten her gegen den Mund, und die 2—4[2]) terminalen Haare dieses Gliedes sind durch ihre Sichelform besonders geeignet, um sowohl die von den Kaufortsätzen der Vorderfüsse etwa erhaschten Nahrungspartikeln

1) Die Zeichnung P. E. Müller's von der Ruderantenne (l. c. III. 6) stellt dieses Verhältniss gerade verkehrt dar, es ist dort der Dorn irrthümlich nach hinten, das gefiederte Tasthaar nach vorn gerichtet, auch ist von den beiden anderen Tasthaaren nur das längere gezeichnet.

2) Bei Ilyocryptus finde ich 4 sichelförmige Haare, bei Holopedium noch mehrere, bei den Daphniden 3, bei einigen Lynceiden nur 2 solche Haare. Mit Ausnahme der Raubcladoceren fehlen die Maxillen nirgends.

dem Munde zu überreichen, als auch das etwaige Fortschwemmen derselben durch den Athmungsstrom während des Kauens zu verhüten.

Die sechs Fusspaare sind detaillirt abgebildet und beschrieben worden in der erschöpfenden Arbeit L. Lund's, auf welche ich in dieser Hinsicht verweise.

Ueber die inneren Theile und den feineren Bau herrschten unter den Beobachtern in Folge der geringen Durchsichtigkeit dieser Thiere verschiedene Ansichten.

Die Cuticula ist auf der ganzen Schalenoberfläche grossmaschig, 4—6 eckig gefeldert. Doch ist es oft schwer, diese Structur zu entdecken. Bei I. sordidus gelingt es nur dann, wenn man die überlagernden alten Schalen mittelst einer Nadel behutsam entfernt hat. Es kommen dann die Stützfasern der beiden Schalenlamellen zum Vorschein, die hier äusserst dicht gelagert sind, und der Cuticula ein scheinbar körniges Aussehen geben. An den Grenzlinien der Maschen fehlen die Stützfasern, und es erscheinen deshalb die Schalen an diesen Stellen ganz glatt und durchsichtig. Es verhalten sich aber auch in dieser Hinsicht die einzelnen Arten, und bei demselben Individuum verschiedene Schalenregionen verschieden. Am deutlichsten treten sie hingegen an ausgeschälten Exemplaren von I. sordidus an der Rundung des Rückens zu Tage, auch an unbenetzten Partien abgeworfener Schalen der beiden anderen Arten können sie wahrgenommen werden.

Der Darmcanal verläuft ganz einfach durch den Körper. Der Mund liegt unter der grossen Lippe, welche einen kleinen, aber zu einem scharfen Winkel sich erhebenden Kamm besitzt. Der muskulöse Oesophagus steigt bogig aufwärts und mündet mit einer riesigen Papille in den Magendarm. Dieser verläuft sanft geschwungen längs des Rückens und erweitert sich am Uebergang in das Postabdomen plötzlich zu einer dünnwandigen Blase, welche sich auffallend vom Darm absetzt und zuweilen schwach blinddarmartig in die Bauchhöhle vorspringt. Hier sammelt sich der Koth an, um von dem stets offenen und muskulösen Rectum herausgestossen zu werden; hier scheint auch ein Athmungsprocess stattzufinden. Eine Schlinge oder ein Blinddarm, wie bei den Lynceiden, ist bei keiner Ilyocryptusart vorhanden. Die Eierstöcke bieten keine Abweichung von der bei Daphniden gewöhnlichen Lage und Form. Auch hier ist das Keimlager hinten, unmittelbar vor der Ovarialöffnung; die Eibildung geht in derselben Art aus 4 Keimzellen vor sich, wie sie von P. E. Müller und Weismann klargelegt wurde.

Das zusammengesetzte Auge hat nur wenig Krystallkegel, es be-

wegt sich zwar auch in geringem Maasse, aber die Augenmuskeln sind nicht zu sehen. Zwischen dem Auge und der Stirn fällt eine birnförmige (Nerven-)Zelle mit einem deutlichen Kerne auf; bei den durchsichtigeren Arten I. acutifrons und agilis ist sie bei weitem leichter wahrzunehmen, doch liess sich ihr Zusammenhang auch hier nicht feststellen [1].

Vorkommen und Lebensweise ist bei allen Arten dieser Gattung übereinstimmend. Sie kriechen im Schlamm der Gewässer herum, bohren sich auch in den Schlamm ein und lockern ihn nach allen Richtungen auf. In Glasgefässen kann man ihre minirende Thätigkeit leicht verfolgen. Es bleibt auch stets viel Schmutz an ihrer Schale, besonders aber zwischen dem dichten Borstenbesatz der Schalenränder hängen, und dadurch wird das Studium der inneren Theile besonders erschwert.

Im Folgenden sollen die Unterscheidungsmerkmale der drei Ilyocryptusarten hervorgehoben werden.

Ilyocryptus sordidus Liévin.

Taf. XVIII, Fig. 1—5.

1849. Acanthocercus sordidus Liévin: Die Branchiopoden der Danziger Gegend, in: Neueste Schriften der naturf. Gesellsch. in Danzig p. 34. Tab. VIII. 7—12.

1854. » » S. Fischer: Abhandlung über einige neue oder nicht genau gekannte Arten von Daphniden und Lynceiden, in: Bull. de la soc. imp. des natur. de Moscou. XXVII. p. 433.

1860. » » Leydig: Naturgeschichte der Daphniden, p. 199.

1862. Ilyocryptus sordidus G. O. Sars: Om Crustacea Cladocera, iagttagne i Omegnen af Christiania, in: Forhandl. i Videnskabselsk. i Christiania, p. 154 u. 282.

1863. Acantholeberis sordida Norman: On Acantholeberis, a Genus of Entomostraca, new to Great Britain, in: Annals and Magazin etc., p. 411. XI. 6—9.

[1] Aehnliche »Nacken«-Gebilde findet man bei den meisten Cladoceren.

1867. Ilyocryptus sordidus Norman u. Brady: A Monograph of the british Entomostraca etc., in: The nat. Hist. Transact. of Northumberland and Durham, p. 17.
1868. » » P. E. Müller: Danmarks Cladocera, in: Naturh. Tidsskrift, p. 154, II, 14—18, VIII, 6.
1870. » » Lund: Bidrag til Cladocerernes Morphologie og Systematik, ibidem, p. 162, VIII, 1—6.
1874. » » Kurz: Dodekas neuer Cladoceren etc., in: Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wiss. in Wien, p. 28.
1877. » » Hellich: Die Cladoceren Böhmens, im: Archiv der naturw. Landesdurchforschung von Böhmen, p. 70.

Dieses mehrfach beobachtete und beschriebene Thier lässt sich durch folgende Merkmale leicht von den beiden anderen Arten unterscheiden. Die Länge = 0,7—1,0, Höhe = 0,55—0,74, Breite = 0,74, I. Antenne = 0,12—0,16. Postabdomen sammt Krallen 0,5—0,6 Mm.

Der Kopfschild ist oberhalb der Stirne stets deutlich convex und bildet mit dem Unterrande des Kopfes eine im Profil beiläufig rechtwinklig erscheinende Stirn. Das zusammengesetzte Auge liegt in, oder ein wenig vor der Mitte zwischen Rostrum und Stirn. Das Nebenauge ist dem Rostrum näher als dem Auge. Bei der Häutung wird weder die Cuticula der Schalenklappen, noch die des Kopfschildes abgeworfen. Es sitzen die alten kleineren Schalen den jüngeren grösseren auf. Die alten Schalenränder besitzen besonders am Hintertheile der Schale häufig noch ihre Borstenreihen, so dass das Thier mit parallelen Stachelkränzen wie besät erscheint. Und eben zwischen diesen Stacheln sammelt sich der Schmutz zu einer compacten Hülle an, welche meist nur den vorderen Theil der Schalenklappen freilässt. Die alten Schalen lassen sich bei einiger Behutsamkeit auch von der untersten Cuticula wegpräpariren, da deren Zusammenhang nicht eben besonders fest ist. Dann kommt erst das Thier in seiner eigentlichen blutrothen Färbung zum Vorschein. Die Breite des Thieres ist sehr bedeutend, seine Schalenklappen sind stark convex, und deshalb erscheint das Thier, von vorn oder hinten gesehen, beinahe kugelrund. Der Schalenhinterrand bildet mit dem Unterrande einen abgerundeten Winkel von etwa 75°.

Die Antennen des I. Paares sind schlank, länger als die Entfer-

nung ihrer Basis von der Stirn. Von den zwei längeren Riechcylindern ist der eine nach vorn, der andere nach hinten gerichtet.

Der Stamm der Ruderantennen ist mit Querreihen von Haaren versehen, das terminale Tasthaar ist kürzer als das grössere an der Basis, und kaum länger als der Dorn. Am dreigliedrigen Aste ist die Ruderborste des ersten Gliedes entschieden kürzer als die des zweiten. Eine spärliche Fiederung findet sich vor an der hintersten von den terminalen Borsten an beiden Aesten und an den beiden lateralen Borsten, zuweilen auch am Dorn des Stammes und des äusseren Astes.

Der Rückenzipfel ist stets vorhanden, er ist sehr lang und dick, gegen das Ende allmälig zugespitzt. An der Hinterfläche stehen 12—15 Querreihen von Borsten, die sich über das Abdomen nach hinten bis zu den Steuerborsten als zerstreuter Haarbesatz fortsetzen.

Der Schwanz ist besonders hoch und lang. Der Supraanalkamm ist so lang, oder nur unbedeutend kürzer als die verlängerte Analfurche, und mit 12—14 gleichen, geraden Stacheln versehen. Die beiden Dornenreihen ziehen sich längs der ganzen Analfurche, ohne sich jedoch gegen den Kamm zu verlängern. Jede Reihe besteht aus 10—12 Dornen; die Dornen der äusseren Reihen sind bedeutend schlanker und länger, auch stehen sie bei weitem divergenter als die der inneren Reihen. Der After liegt im hintersten Theil der verlängerten Analfurche, unmittelbar vor dem Supraanalkamm.

Die Schwanzkrallen sind kaum so lang als die Schwanzbreite; gegen die Spitze sind sie schwach gebogen. Am concaven Rande sind sie der ganzen Länge nach zart gestrichelt, an der Basis sind sie hinten mit je zwei auswärts gerichteten, gleich langen Basaldornen, vorn mit einem Haarpinsel bewehrt. Vor der Spitze stehen an der convexen Biegung sehr zarte Dörnchen, die nur bei sehr starken Vergrösserungen sichtbar werden.

Die Farbe des Thieres ist blutroth. Wegen der dunklen Farbe, seiner beträchtlichen Dicke und dem stets anklebenden Schmutz ist dieses Thier beinahe völlig undurchsichtig.

Das Männchen (Fig. 3) war bisher unbekannt, sowie denn überhaupt unter den Lyncodaphniden und Bosminiden die wenigsten Männchen bekannt sind. Es ist bedeutend kleiner, als das Weibchen; es misst in der Länge nur 0,42 Mm. und in der Höhe 0,3 Mm. Dem Habitus nach ist es von den jungen Weibchen kaum, von den alten Weibchen hingegen durch den flachen, beinahe concaven Rückencontour leicht zu unterscheiden. Verhältnissmässig ist der Kopf zur Schale auch bei weitem grösser als bei den Weibchen. Nächstdem ist der auffallendste Unterschied in der Tastantenne gelegen, welche wie

bei allen Männchen, so auch hier dem Weibchen gegenüber um ein laterales Tasthaar mehr besitzt. Es befindet sich am Vorderrande der Antenne, etwas unterhalb der Mitte und entspringt aus einer napfförmigen Verdickung der Cuticula. Die terminalen Riechcylinder sind alle ziemlich gleich lang und zu 10—12 vorhanden. Von den verborgeneren Theilen konnte ich leider weder das erste Fusspaar, noch die Geschlechtsdrüse zu Gesicht bekommen. Der Schwanz ist ebenso gebildet, wie bei dem weiblichen Geschlecht. Seine Länge erreicht die Schalenhöhe (= 0,3Mm.), der Supraanalkamm trägt 10 Dornen, die äusseren Dornreihen längs der Analfurche tragen 7 schlanke, die inneren bis 10 kurze Stacheln. Die Basaldornen der Schwanzkrallen sind ausnehmend lang. Auch die Steuerborsten erreichen eine ungewöhnliche (bis über Körper-) Länge.

Wie bei den Weibchen, so inhäriren auch beim Männchen die alten Schalen den jüngeren, es findet demnach in beiden Geschlechtern eine successive Apposition der Cuticularschichten, und dadurch eine bedeutende Verdickung der Schalenklappen statt.

Die Männchen scheinen sehr selten zu sein; ich beobachtete nur zwei Exemplare am 14. August. Dieses Auftreten der Männchen in der heissesten Jahreszeit könnte vielleicht zu dem Schluss führen, dass eben die warme Jahreszeit dem Leben der Schlammbewohner die unzuträglichste sei, und dass sie also eben dann Dauereier produciren, während sich die anderen Cladocerenarten parthenogenetisch fortpflanzen. Im Spätherbst, Winter und Vorfrühling habe ich oft nach den Männchen dieser Art gesucht, aber immer vergebens, obzwar es Weibchen in Menge gab.

Der I. sordidus ist ein steter Bewohner des Schlammes in stehenden, sowie langsam fliessenden Gewässern. Zuweilen ist er daselbst so massenhaft vorhanden, dass ich mit einer Glasröhre bis 30 Exemplare aus dem Schlamme meiner Aquarien auf ein Uhrgläschen heraufbrachte.

Bei dem Fang dieser so wie auch anderer Schlammthiere hat mir folgende Methode die günstigen Resultate geliefert. Ein gewöhnliches Netz, wie es zum Fang von kleinen Wasserthieren verwendet wird, binde ich an eine lange Zugleine und versehe diese etwa einen Meter vor der Netzöffnung mit einem schweren Stein, durch welchen der Schlamm aufgewirbelt wird.

Die kleinen Schlammbewohner werden dann in dem nachfolgenden Netz massenhaft gefangen. Um das Netz in richtiger Stellung schwimmend zu erhalten, ist es räthlich, seine Oeffnung an der einen Seite mit einem Stück Kork, an der entgegengesetzten mit einem Ge-

wicht zu versehen, und den Drahtring mittelst dreier Fäden an die Zugleine zu befestigen.

Ilyocryptus agilis n. sp.

Fig. 6—10.

Die Länge des Thieres beträgt 0,58—0,75, die Höhe 0,51—0,65, das Postabdomen sammt den Krallen 0,48—0,55 und die Tastantenne 0,12 Mm. Der Kopfschild ist oberhalb der Stirn schwach convex (in der Jugend) oder gerade. Im Profil gesehen erscheint die Stirn spitzwinklig, etwa im Winkel von 60°. Das zusammengesetzte Auge ist der Stirn genähert, während das Nebenauge gegen das Rostrum herabrückt.

Die alte Cuticula wird bei der Häutung abgeworfen. Die Schalenklappen besitzen daher stets nur an den Rändern einen Haarbesatz, nie aber auf der Fläche. Sie sind am Rücken sehr breit, nähern sich aber mit ihren Bauchrändern, so dass sich von vorn gesehen das Thier gegen den Bauch keilförmig verschmälert. Der Hinterrand der Schale ist sehr schief, er bildet mit dem Bauchrand einen abgerundeten Winkel, der bis auf 60° sinken kann. Die vier vordersten Haare des Bauchrandes sind klein und weit von einander entfernt, das fünfte sitzt auf einem eigenen Höcker und ist stets stark nach hinten und auswärts gerichtet. In der Mittellinie des Rückens verläuft auf den Schalenklappen ein heller Rückenkamm (Fig. 6 *rk*), der sich wohl auch bei den anderen Arten vorfindet, aber stets nur schwach entwickelt zu sein pflegt.

Die Tastantennen sind schlank und etwa ebenso lang wie die Entfernung ihrer Basis von der Stirn. Die beiden längeren Riechcylinder sind nach vorn gerichtet.

An den Ruderantennen ist das terminale Tasthaar des Stammes kürzer als der Dorn. Am dreigliedrigen Aste ist die Ruderborste des 1. Gliedes nur sehr unbedeutend kürzer als die des zweiten. Alle Ruderborsten scheinen ganz glatt zu sein; erst bei sehr starken Vergrösserungen (700 Mal) wird bei einigen ein zarter Anflug einer einseitigen Fiederung sichtbar.

Der Rückenzipfel ist schlank und spitz, mit 12—15 Querreihen von Haaren besetzt. Ebenso ist das Abdomen von da bis zu den Steuerborsten herab behaart.

Der Schwanz scheint wegen der bedeutenden Höhe kürzer zu sein als bei der vorigen Art. Die Analfurche nimmt einen doppelt so langen Bogen am Hinterrande des Schwanzes ein, als der Supraanalkamm. Dieser trägt nur 8—9 Zähne, deren letzter viel grösser ist als die übrigen. Die Ränder der Analfurche sind ihrer ganzen Länge nach nur von

der inneren Dornenreihe besetzt. Sie besteht aus je 14 Dornen, während die äussere Reihe deren nur 8 zählt und nach hinten blos zum After reicht. Dieser liegt wie bei der vorigen Art im hintersten Theil der Analfurche.

Die Schwanzkrallen sind so lang oder länger als die Schwanzbreite. Ihre Basis besitzt hinten je 2 Dornen; vorn scheint sie unbewehrt zu sein, auch die Strichelung an den Seiten der Krallen ist nicht wahrzunehmen. Hingegen sind die zarten Dörnchen an der convexen Rundung vor der Spitze bei starker Vergrösserung sichtbar. Die Farbe dieser Art ist blass horngelb, das Thier ziemlich durchsichtig, unter den Arten dieser Gattung das durchsichtigste.

Der I. agilis ist viel beweglicher als die vorige Art, die Ruderschläge seiner Antennen sind viel energischer und ausgiebiger; auch wiederholen sie sich nicht mit der automatischen Regelmässigkeit wie bei I. sordidus, sondern das Thier bleibt zuweilen unbeweglich liegen, wenn es die Nutzlosigkeit seiner Bewegungen einsieht, während sich jener auch dann abmüht, wenn gar keine Aussicht auf Erfolg vorliegt, z. B. in klarem Wasser auf einem Uhrglas. Ich fand diese Art gemeinsam mit der vorigen in einem Mühlteich in Chlistovic bei Kuttenberg. Doch war sie bedeutend seltener als jene.

Ilyocryptus acutifrons Sars.

Fig. 11—15.

1862. Ilyocryptus acutifrons G. O. Sars l. c. p. 282.

1877. » » Hellich l. c. p. 71, Fig. 31.

Die Länge beträgt 0,9, die Höhe 0,6, das Postabdomen sammt den Krallen 0,53—0,55, die Tastantenne nur 0,1—0,13.

Die Bildung des Kopfes ist wie bei I. agilis. Auch darin gleicht diese Art der vorigen, dass die alten Schalen abgeworfen werden; hingegen ist die Schalenform insofern eine andere, als der Schalenwinkel zwischen Bauch- und Hinterrand beiläufig so gross ist wie bei I. sordidus. Die Stacheln desselben sind kurz, von geringer Steifheit und nicht wie bei den übrigen Arten einseitig verästelt, sondern allseitig gefiedert.

Das Auge ist der Stirn näher als dem Rostrum, und das Nebenauge liegt dem zusammengesetzten unmittelbar an, so dass es in der Rückenansicht von diesem sogar verdeckt wird.

Die Tastantennen sind ziemlich dick, und kürzer als ihre Entfernung von der Stirn. Die beiden längeren Riechcylinder sind gegen den Körper gerichtet, der hintere entspringt höher und ist auch der längere.

An den Ruderantennen ist das terminale Tasthaar des Stammes bedeutend länger als das laterale und 3—4mal so lang als der Dorn. Am 3gliedrigen Ast ist die Ruderborste des I. Gliedes etwas weniges länger als die des zweiten. Die Borste des I. Gliedes und die letzte am dritten Gliede ist an der Basalhälfte einseitig gefiedert.

Der Rückenzipfel ist kurz und dick, am Ende in einen kleinen hellen Zipfel auslaufend. An seinem Hinterrande stehen 6—8 Querreihen von Haaren. Und von da erstrecken sich Haarreihen über den ganzen hinteren Theil des Abdomens.

Am Schwanze ist der doppelte Bogen des Hinterrandes kaum kenntlich. Der Supraanalkamm beträgt nur wenig über $^1/_2$ der Afterfurche, er besitzt nur 6 Zähne, deren zwei letzte unverhältnissmässig grösser sind als die vorderen. Von den Dornenreihen der Analfurche geht die äussere, aus etwa 4 Stacheln bestehende, nur über den After, die innere von 12—14 Dornen hingegen nicht nur über die ganze Analfurche, sondern auch beiderseits längs des Supraanalkammes bis zu den zwei grossen Zähnen. Der After mündet in der vorderen Hälfte der Analfurche. Die Schwanzkrallen sind $1^1/_2$mal so lang als die Schwanzbreite. Vor der Spitze verjüngen sie sich plötzlich und erscheinen oft an dieser Stelle wie gebrochen. Ihr stark chitinisirter Vorderrand wird hier plötzlich zart und trägt daselbst mehrere, bei dieser Art sehr deutlich hervortretende, zarte Dörnchen, wie sie bei den beiden anderen Arten nur sehr schwer zu sehen sind.

Die Basis der Krallen trägt vorn einen gemeinsamen Stachel, hinten je zwei Basaldornen. Die Krallen sind an der Innenfläche bis zur Verjüngung sehr zart gestrichelt; an der Aussenfläche ist die Strichelung viel auffallender, sie reicht nur etwa bis zur Hälfte der Länge, aber steht wie ein Hautkamm von der Kralle nach aussen ab.

Die Farbe dieser Art ist licht rothbräunlich, sie hält etwa die Mitte zwischen den beiden vorhergehenden Arten. In ihren Bewegungen schliesst sie sich dem I. agilis an.

Das Vorkommen ist gemeinsam mit den beiden vorigen Arten. Ich fand sie in der genannten Localität häufiger zwar als I. agilis, aber doch bedeutend seltener als I. sordidus.

Kuttenberg, im December 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Durchgängige Buchstabenbezeichnung.

a After.
a_{1234} äusserer, 4gliedriger Ast der Ruderantenne.
aeu die Dornen der äusseren Reihe an der verlängerten Afterfurche.
bd zwei hintere Basaldorne der Schwanzkrallen.
br Brutraum.
bth 2 basale (äussere) Tasthaare des Ruderantennen-Stammes.
br birnförmige Nackenzelle.
ei Eier im Brutraum.
gst Gelenkstelle des Oberkiefers.
h Herz.
hr_{123} die Hinterränder der successiv aufgelagerten Schalen.
hth hinteres terminales Tasthaar der Rudarantennen.
i_{123} innerer, 3gliedriger Ast der Ruderantenne.
i Magendarm.
in die Dornen der inneren Reihe an der verlängerten Analfurche.
kf Kauflächen der Mandibel.
kz Zähne des Supraanalkammes.
l Oberlippe.
md Mandibel.
mf der flügelförmige Fortsatz der Mandibel für Muskelinsertion.
moe die Oeffnung der Mandibel zum Eintritt der Kaumuskel.
ov Ovarium.
p_1 Fuss des 1. Paares.
r Rectum.
rb Rectalblase.
rk Rückenkamm.
rz Rückenzipfel.
sak Supraanalkamm.
schk Schwanzkrallen.
shf seitliche Hautfalte zum Verschluss des Brutraumes.
st Strichelung der Schwanzkrallen.
stb Steuerborsten am Schwanze.
vaf verlängerte Analfurche.
vbd vorderer Basaldorn.
vtd vorderer terminaler Dorn des Ruderantennenstammes.

Fig. 1. Ilyocryptus sordidus, Weibchen. Das Thier ist aus den alten Schalen herausgeschält und zeigt die wichtigsten inneren Theile, mit Ausnahme der Füsse. Die Ruderantennen sind weggelassen. Nach 3/VII HARTNACK verkleinert.

Fig. 2. Dasselbe Postabdomen. An der Analfurche sind die Dornen der inneren Reihe schattirt, die der äusseren sind hell gelassen. 3/VII HARTNACK.

Fig. 3. Das Männchen derselben Art. Die Hinterränder (hr_{123}) der älteren Schalenklappen sind durch die nur zum Theil zerstörten Dornenreihen kenntlich. Die Ruderantenne ist ausgelassen, um die Bildung der Tastantenne zu zeigen. Nach 3/VII H. verkleinert.

Fig. 4. Ein junges Weibchen vom Bauch. Die vordere Partie. Deutlich zu sehen ist die Zweigliedrigkeit der Tastantennen und die Zweitheiligkeit des Nebenauges; die des zusammengesetzten ist weniger ersichtlich.

Fig. 5. Rechte Ruderantenne von aussen gesehen. Am Stamme sind Haar- und Dornkränze vorhanden. Zwei von den Dornen sind gefiedert dargestellt, die übrigen erscheinen nie gefiedert, und selbst diese zwei nur zuweilen. 3/VII H.

Fig. 6. Ilyocryptus agilis, Weibchen. Der Kopf ist durch den eingezeichneten Stamm der Ruderantenne zum grössten Theil verdeckt. Nur hier sind die Steuerborsten in ihrer ganzen Länge eingezeichnet und eher zu kurz als zu lang. 3/IV H.

Fig. 7. Das Hinterende desselben Thieres mit dem oberen Hinterwinkel der Schalenklappen. 3/VII H.

Fig. 8. Das Vorderende desselben Thieres ohne Ruderantennen. Das gezeichnete Exemplar ist ein junges Weibchen. 3/VII H.

Fig. 9. Die linke Mandibel von der Innenseite, um die Oeffnung für den Eintritt der Kaumuskel und den Flügelfortsatz zu zeigen, an dem der Retractor der Mandibel inserirt. 3/VII H.

Fig. 10. Der Dorsalrand des Schwanzes von demselben Thiere. Kantenansicht. Die Dornen der äusseren Reihe an der Analfurche sind schattirt, die der inneren hell. 3/VII H.

Fig. 11. Ilyocryptus acutifrons, Weibchen. Nach 3/VII H. verkleinert.

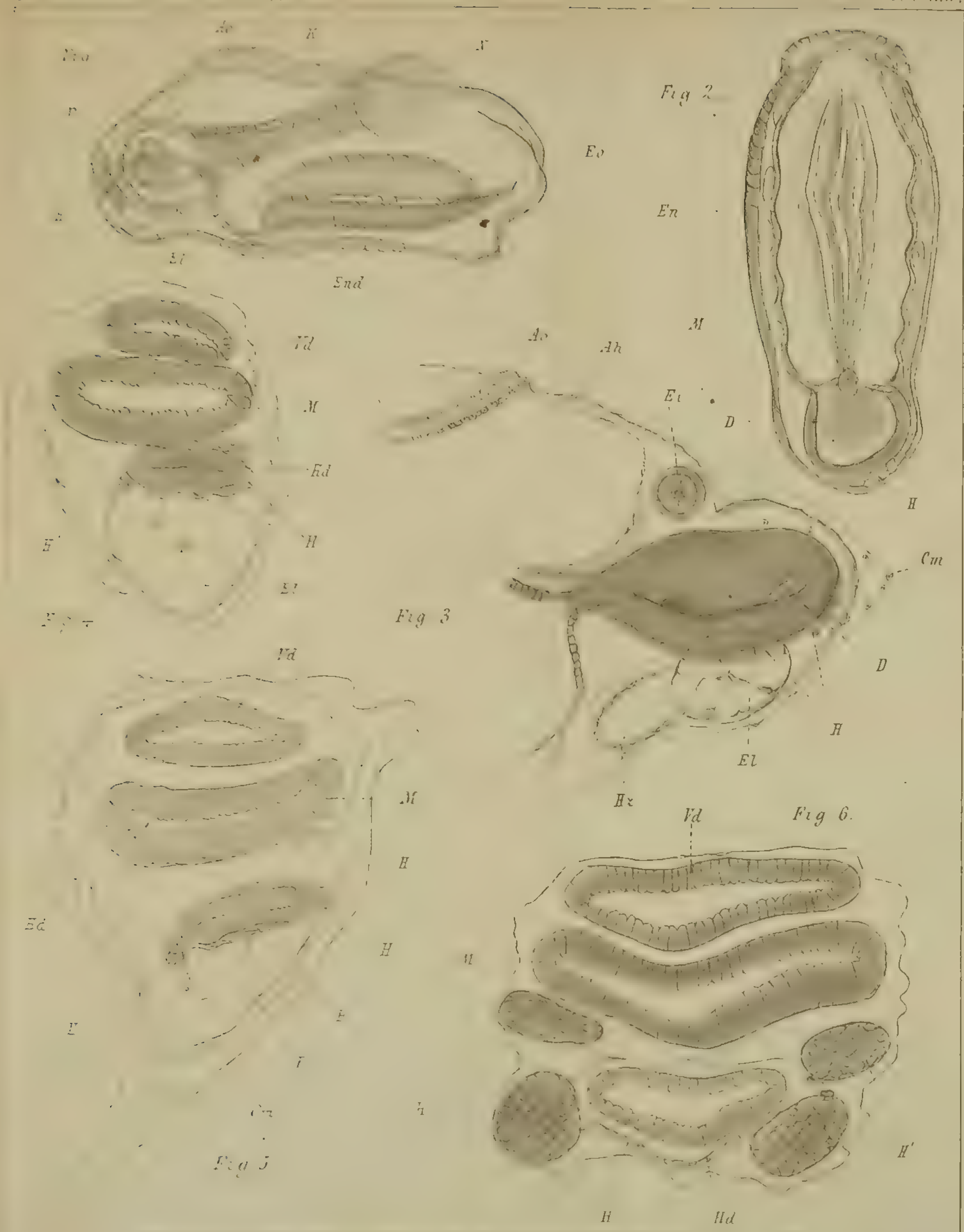
Fig. 12. Der Hintertheil desselben Thieres mit der Schale. An dieser ist ein Theil der Bewehrung am unteren Hinterwinkel weggelassen, um die Bildung des Schwanzes nicht undeutlich zu machen. 3/VII H.

Fig. 13. Desselben Thieres Vordertheil. 3/VII H.

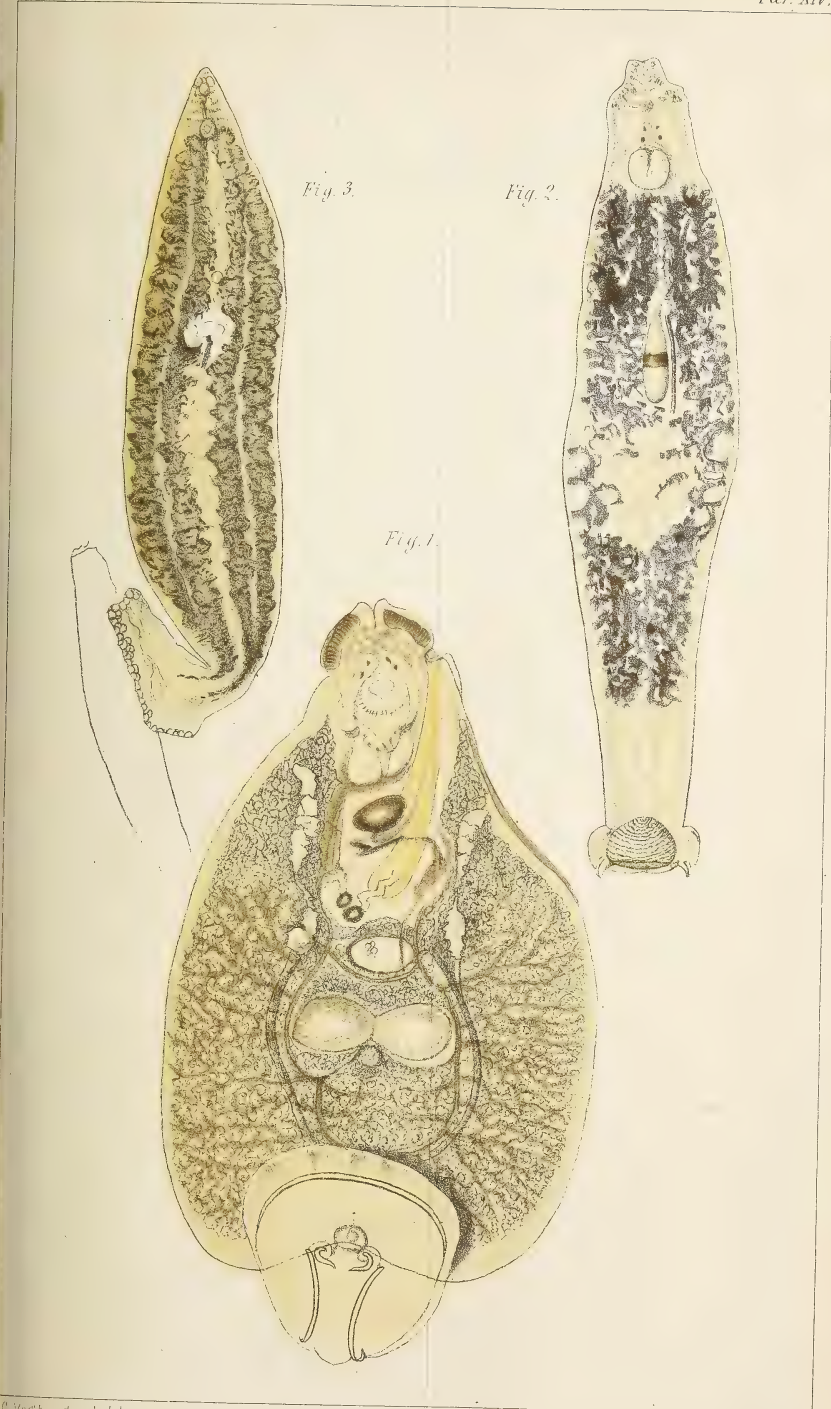
Fig. 14. Der Dorsalrand des Schwanzes von der Kante gesehen. Die äussere Dornenreihe ist schattirt. 3/VII H.

Fig. 15. Die rechte Ruderantenne desselben Thieres von der Seite. 3/VII H.

Sämmtliche Figuren sind mittelst der Camera lucida gezeichnet, und die Figuren 1, 3, 4 u. 11 auf das Maass der Fig. 6 verkleinert.


Fig 2.
Eo
En
M
Ei
D
H
Cm
D
H
El
Hz
Vd
Fig 6.
End
Vd
M
Ed
H
El
Fig 3
Ao
Ah
Vd
M
H
H
Ed
Fig 5
H'
H
Hd

Fi
zeichn
die Ste
lang. 3
Fi
Schale
Fi
nete E.
Fi
der Ka
bel ins
Fi
Die Do
hell. 3
Fi
Fi
Theil
Schwa
Fi
Fi
Dorne
Fi
S
ren 1,

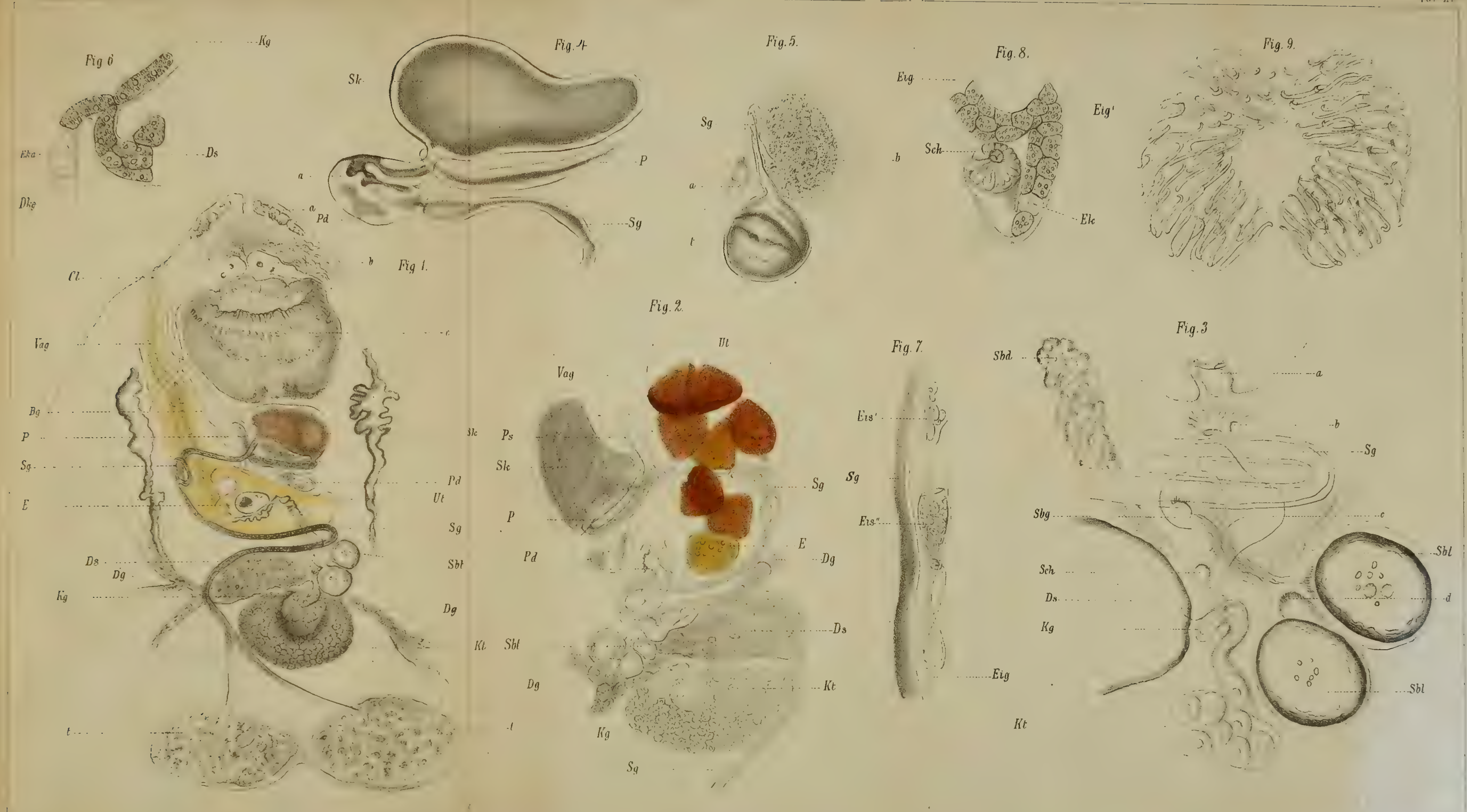


C. Vogt. ad nat. del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 1. Phyllonella soleae. — Fig. 2. Diplectanum aequans. — Fig. 3. Microcotyle mugilis.

Fi
zeichn
die Ste
lang.
Fi
Schale
Fi
nete E
Fi
der Ka
bel ins
Fi
Die D
hell.
Fi
Fi
Theil
Schwa
F
F
Dorne
F
S
ren 1


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

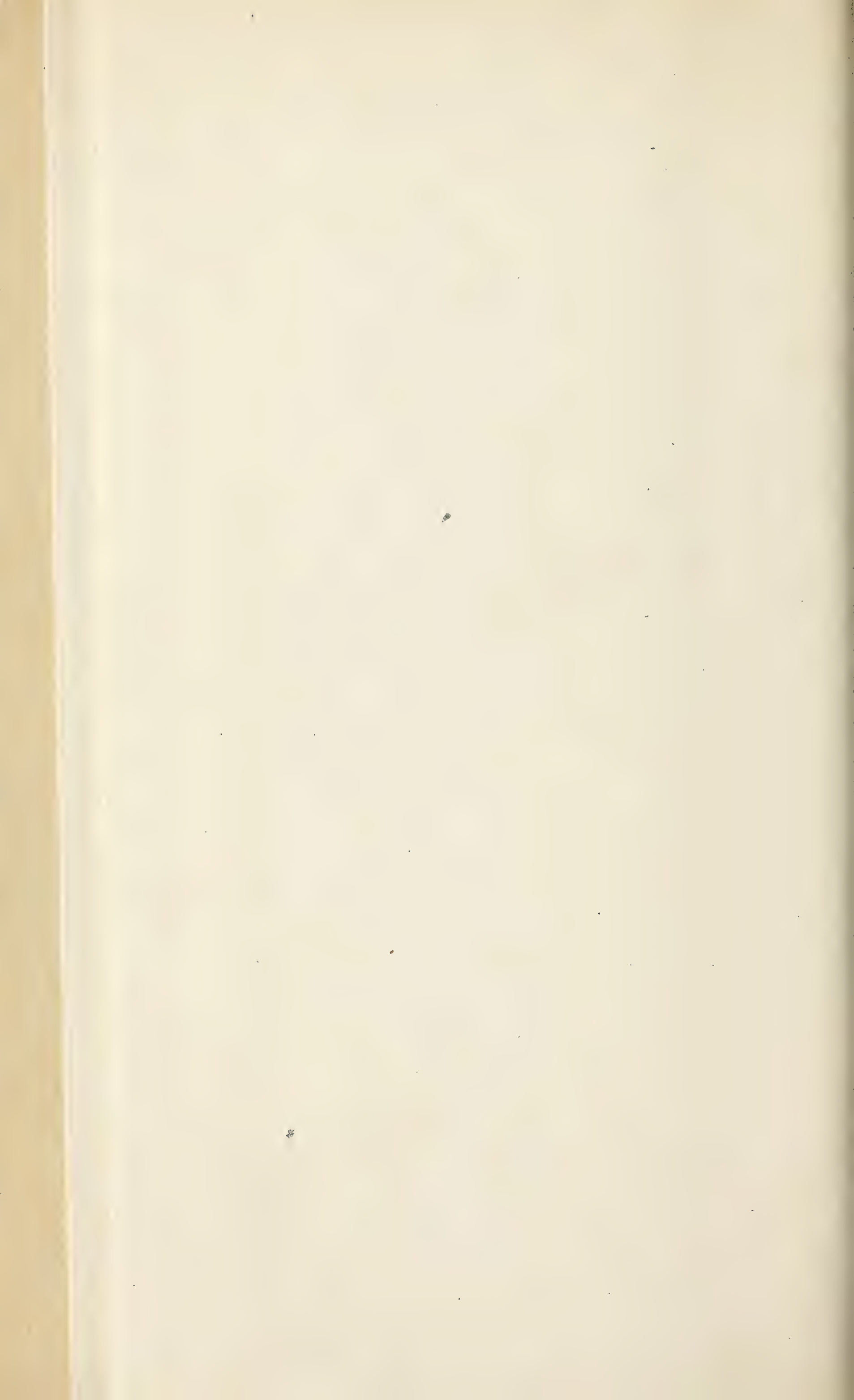


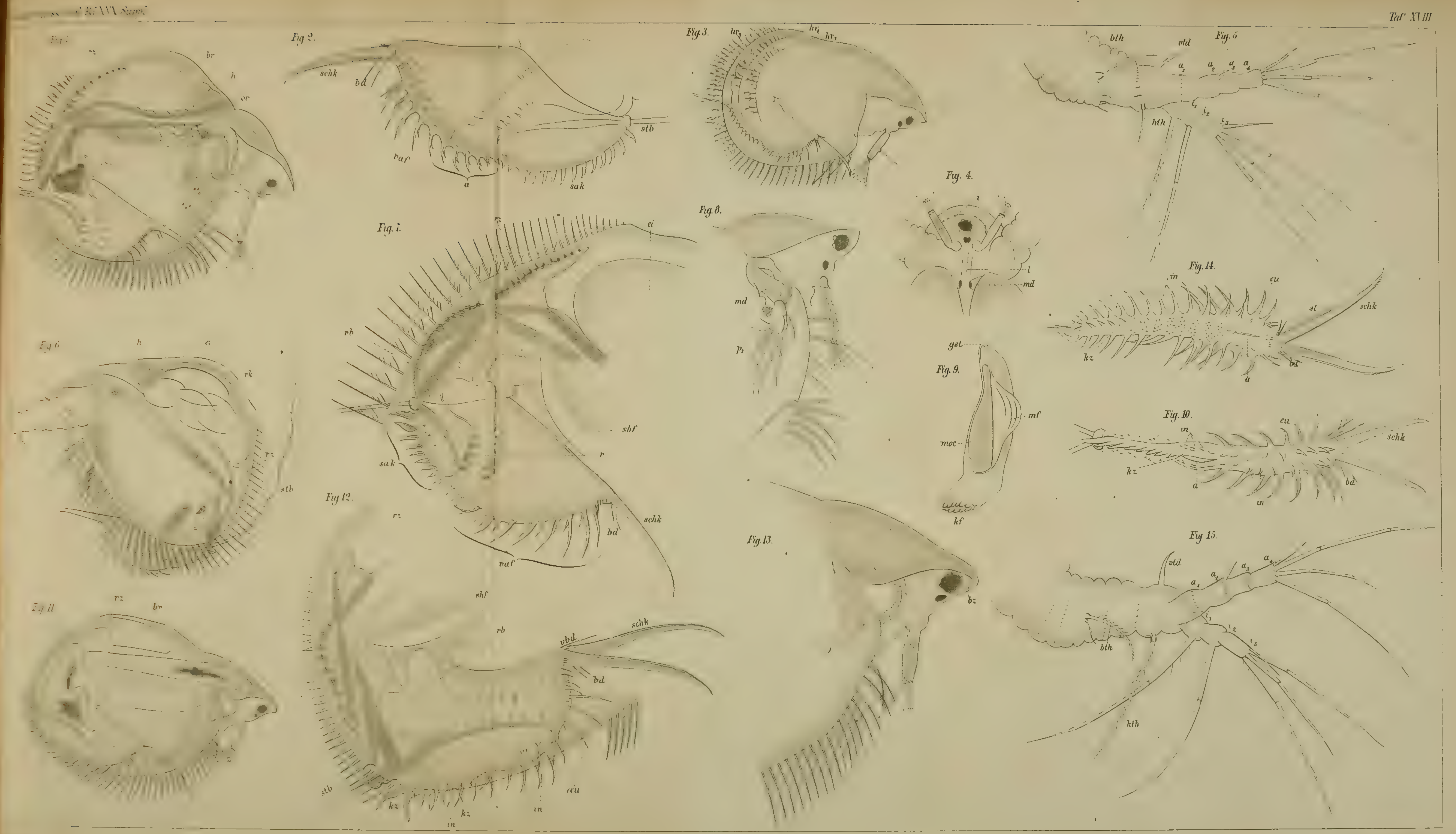






Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.




Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
br
h
schk
bd
vaf
sak
stb
bth
vtd
hth
md
mf
moe
gst
kf
kz
eu
in
st
rk
rz
rb
shf
vbd
bz



Ueber die ersten embryonalen Entwicklungsvorgänge bei Tendra zostericola.

Von

W. Repiachoff

in Odessa.

Mit Tafel XIX.

Eine ziemlich detaillirte Beschreibung der ersten embryonalen Entwicklungsvorgänge bei den marinen Bryozoen, und zwar bei den Repräsentanten aller deren Hauptabtheilungen, wurde bekanntlich neuerdings von Barrois geliefert[1]. Auf Grund seiner Beobachtungen unterscheidet der genannte Forscher bei den Seebryozoen drei Larvenformen, von denen die erste bei sämmtlichen Chilostomen und Ctenostomen vorkommen, die zweite aber bei den Entoprocten, und die dritte für die Cyclostomen characteristisch sein soll[2]. Die ersten Entwicklungszustände, nämlich die vom Anfang der Segmentation bis zur Verwandlung der Gastrula in ein »glockenförmiges« Stadium, sollen bei allen Chilostomen und Ctenostomen identisch sein[3]. Dieser letzten Behauptung des französischen Forschers kann ich nun nicht vollkommen beipflichten, da die von mir bei Tendra zostericola beobachteten ersten Entwicklungsvorgänge von der von Barrois für alle Chilostomen und Ctenostomen aufgestellten Norm in mancher Hinsicht abweichen. Durch die von mir an Tendra zostericola angestellten Beobachtungen bin ich ausserdem in den Stand gesetzt, über einige nicht unwichtige, von Barrois jedoch mit Schweigen übergangene Puncte der Bryozoenembryologie einige Auskunft zu liefern. Demnach hoffe ich, dass die im Folgenden gegebene Beschreibung meiner Untersuchung wohl nicht überflüssig sein werde.

1) »Comptes rendus« der pariser Academie. 1875, p. 288, 443, 904. 1134.
2) l. c. p. 443, 904, 1134. 3) l. c. p. 443.

Bei meiner Untersuchung habe ich aus nahe liegenden Gründen meine Aufmerksamkeit namentlich auf folgende Puncte gerichtet: 1) die Veränderungen, welchen das Keimbläschen und der Keimfleck beim Reifen, bei der Befruchtung und bei der Theilung der Eizelle unterliegt, 2) das Vorkommen, resp. die Abwesenheit der »Richtungsbläschen« oder der »Excretkörperchen«, 3) das Segmentationsschema, 4) die Gastrulabildung und 5) die Persistenz, resp. das Zusammenwachsen des sog. Urmundes.

Meine Beobachtungen über die Umwandlung des Keimbläschens und die Befruchtung bei Tendra zostericola sind noch nicht abgeschlossen, und werde ich dieselben bei einer anderen Gelegenheit ausführlich beschreiben. Jetzt möchte ich aber, bevor ich zur Darstellung der Segmentation unseres Moosthierchens schreite, nur einige Bemerkungen über die Beschaffenheit der reifenden Eierstockseier der Tendra zostericola mittheilen.

Die rundlichen schwarzen (bei durchfallendem Lichte) Eierstockseier unseres Moosthierchens bergen in ihrem Dotter ein deutlich doppelt contourirtes Keimbläschen mit wasserhellem Kernsaft und einem etwas dunkleren Keimfleck (Fig. 2—4). Von dem Vorhandensein einer Membran (*m*) an der Oberfläche des Keimbläschens kann man sich beim Zerquetschen desselben überzeugen, wobei die erwähnte Membran platzt und in Falten zusammenfällt. Auch machte ich wiederholt folgende Beobachtung: Indem ich dem aus dem Dotter herausgepressten und in Meerwasser liegenden Keimbläschen sehr wenig Osmiumsäure und dann sogleich etwas Beale'sche Carminflüssigkeit zusetzte, bemerkte ich, dass das in Rede stehende Gebilde schrumpfte, und seine Membran gefaltet erschien. Bald darauf wurde das Keimbläschen jedoch wieder turgescent.

An lebenden Objecten besitzt der Keimfleck (Fig. 2—5 *n'*) fast immer etwas unregelmässige Contouren und enthält in seinem Inneren einige Vacuolen (*vc*).

Ein dem eben beschriebenen vollkommen ähnliches Keimbläschen (und Keimfleck) fand ich auch bei manchen (älteren) braunen Eierstockseiern; bei den jüngeren Stadien dagegen konnte ich im Keimfleck nur ein von mir früher als Nucleolinus beschriebenes Gebilde unterscheiden. Ob dieses letztere auch nur eine Vacuole ist, oder vielmehr ein centrales in einer grossen Vacuole liegendes, oder von mehreren kleineren Vacuolen umgebenes Kernstoffklümpchen darstellt, muss ich einstweilen unentschieden lassen.

Während ihrer weiteren Entwicklung werden die rundlichen schwarzen Eierstockseier etwas verlängert und nehmen schliesslich

zur Zeit, wo sie von dem Eierstock sich ablösen, eine bilateral-symmetrische Grundform an (Fig. 7 stellt eine solche Eizelle im Profil dar). Bei der Beobachtung der weiter unten zu beschreibenden Entwicklungsvorgänge kann man sich davon überzeugen, dass die drei Körperachsen (resp. die beiden Pole und Flächen) dieser Eizellen den Körperachsen (resp. Polen und Flächen) der ausgebildeten Larven entsprechen: jene können demnach mit gleichen Benennungen wie diese bezeichnet werden.

Die in Rede stehenden Eizellen sind von ihrer Ventralseite etwas abgeplattet und an ihrem oberen Ende (d. h. demjenigen, welches dem mit Wimperbüschel versehenen Pol der Larve entspricht) etwas zugespitzt (Fig. 7 *v* u. *a*). An der Oberfläche des Dotters ist eine doppelt contourirte Membran (*m*) vorhanden, welche vor dem Beginne der Furchung dem Eiinhalte eng anliegt, später aber von demselben durch einen deutlichen Zwischenraum geschieden ist. Es bleibt jedoch das obere Ende des von der Eihaut gebildeten Schlauches während der ganzen Embryonalentwicklung enger als das untere, so dass man den oberen (resp. den unteren) Pol des Embryos selbst dann erkennen kann, wenn, wie es bisweilen geschieht, der letztere an seinen beiden Enden ziemlich gleichmässig abgerundet erscheint. (Der Zwischenraum zwischen der Eimembran und dem Embryo ist [an frischen Präparaten] nie so gross, dass der letztere sich in der ersteren um seine Querachse drehen könnte. Ich will hier jedoch ausdrücklich bemerken, dass ich in Bezug auf die Deutung des mehr zugespitzten Pols der Eizelle als des o b e r e n, die Möglichkeit eines Irrthumes meinerseits nicht ganz leugnen kann.)

Das Keimbläschen mit seiner deutlichen Membran und seinem Keimfleck ist bei den uns jetzt beschäftigenden bilateral symmetrischen Eizellen noch innerhalb des Dotters vorhanden. An Carminosmiumpräparaten fand ich mitunter zwei Nucleoli (Fig. 9 *n'*), bisweilen ausserdem noch einige weniger intensiv als die beiden Theile des Keimflecks, jedoch mehr als der Kernsaft sich gefärbt habende Flecke im Keimbläschen (Fig. 9 *x*). Derartige Flecke kommen auch bei den Kernen mit einem einzigen Nucleolus vor (vgl. Fig. 7 *x*). Einmal habe ich in einem Carminosmiumpräparat gar keinen ganzen oder in einzelne Fragmente zerfallenen Keimfleck gefunden [1]).

1) Die aus dem Dotter der betreffenden Stadien herausgepressten Keimbläschen haben manchmal einen augenscheinlich ganz homogenen wasserhellen Inhalt. Man kann jedoch nicht ohne weiteres behaupten, dass alle solche Kerne keine Kunstproducte sind, da ich wiederholt beobachtete, wie sehr deutliche Nucleoli

Die eben mitgetheilten Thatsachen können schon einige Vermuthungen in Bezug auf das weitere Schicksal des Keimbläschens veranlassen. Ich werde jedoch hier die Umwandlungen dieses genannten Gebildes nicht weiter verfolgen, zumal ich über die Einzelheiten dieses Processes noch nicht ganz im Klaren bin, und wende mich deshalb gleich zur Besprechung der Eifurchung unseres Moosthierchens.

Unsere Fig. 10 stellt eine Eizelle (Carminosmiumpräparat), bei welcher bereits die Theilung des Furchungskernes (ν, ν) eingetreten ist, dar. An dem animalischen Pole (im Centrum der Rückenfläche) sieht man zwei ungleich grosse Polarkörperchen (»Excretkörperchen«?) (*cp*) in einer Ausbuchtung der Dotteroberfläche liegen. Die eben erwähnte Ausbuchtung kann wohl als die erste Andeutung der künftigen Zweitheilung des Dotters aufgefasst werden (man vergleiche die Lage der Furche, welche die beiden »zweiten« Furchungskugeln von einander scheidet).

Bevor ich zur Darstellung des Furchungsprocesses selbst übergehe, muss ich noch auf den Umstand aufmerksam machen, dass die jüngeren Embryonalstadien der Tendra zostericola nicht immer in allen ihren Details gleich gebaut sind: es scheint nämlich die Anordnung der einzelnen Zellen nicht bei allen Morulae und Blastulae unseres Thieres vollkommen symmetrisch zu sein; auch erscheinen manchmal die beiden Pole des Embryo's an solchen Stadien ziemlich gleichmässig abgerundet, bei welchen das obere Ende in der Regel etwas zugespitzt ist.

Die Kerne der Furchungskugeln werden vor jeder Theilung homogen und beginnen sich früher als die entsprechenden Furchungskugeln selbst zu theilen (vgl. Fig. 10 u. 12 ν, ν — Theilstücke des Furchungskernes).

Die Dotterzerklüftung beginnt mit einer Quertheilung des Eiinhalts (Fig. 11). Die zweite Theilung erfolgt nach der Ebene, welche das ganze Ei in zwei symmetrische Hälften scheidet (Fig. 12), und die dritte nach einer Ebene, welche den beiden ersten Segmentationsflächen perpendiculär ist (Fig. 13 *A*). Es entstehen in dieser Weise successive 2, 4 und 8 Furchungskugeln.

Zwischen den beiden ersten Segmenten besteht kein merklicher Grössenunterschied, trotzdem sind dieselben gewöhnlich nicht das Spiegelbild von einander, indem die obere Furchungskugel an ihrem oberen Ende in der Regel etwas zugespitzt ist (Fig. 11 *a*). Die beiden

der jungen Eierstockseier in Folge der Compression spurlos verschwanden, während die Kernmembran unverletzt blieb.

ersten Segmente stellen doch keineswegs die erste animale, resp. vegetative Zelle des Embryo's dar, sondern nehmen einen ziemlich gleichen Antheil an der Bildung der beiden primären Keimblätter: in dieser Hinsicht weicht also die Furchung bei Tendra zostericola von demselben Processe der typischen amphiblastischen Eier ab.

Erst bei der dritten Theilung können wir die erste Andeutung der künftigen Keimblätterbildung erblicken, da die vier kleineren (dorsalen) Segmente des achtzelligen Stadiums nur das Ectoderm der Larve liefern, während das Entoderm von den vier grösseren (ventralen) Zellen abstammt. Unsere Fig. 13 *A* stellt ein entsprechendes Stadium in Profilansicht dar: *d* — Dorsalseite, *v* — Ventralseite des Embryo's.

Das folgende Stadium besteht aus 16 Furchungskugeln, welche in vier Längsreihen von je vier Zellen angeordnet sind (Fig. 14, 15). Vergleicht man dieses Stadium mit dem ihm unmittelbar vorhergehenden, so ist die Entstehung des ersteren aus dem letzteren ohne Weiteres begreiflich.

Anfangs liegen alle 16 Zellen dicht nebeneinander — höchstens kann man bei solchen Embryonen nur ein kaum merkliches Auseinanderweichen der vier centralen Furchungskugeln constatiren —, später aber entsteht zwischen ihnen eine kleine, jedenfalls aber sehr deutliche Furchungshöhle (Fig. 15 *cs*) [1]).

Die Zahl der Furchungskugeln der in dieser Weise zu Stande gebrachten Blastula vermehrt sich bald um das Doppelte, wobei auch die Furchungshöhle grösser wird (Fig. 17 *c s*). Der Embryo ist auch in diesem Stadium einseitig abgeplattet (Fig. 17). Sowohl die abgeplattete (etwas grössere, ventrale), als die ihr entgegengesetzte convexe (kleinere, dorsale) Hälfte des Blastoderms besteht aus je vier Reihen nebeneinander liegender Zellen, und da jedem Elemente der zwei mittleren Längsreihen je eine (schmälere) Furchungskugel der betreffenden seitlichen Zellenreihe genau entspricht, so liegt die Vermuthung nahe, dass die in Rede stehenden vier Zellenreihen jeder Blastodermahälfte durch Längstheilung der respectiven zwei Zellenreihen des unmittelbar vorhergehenden Stadiums entstanden sind (vgl. die Fig. 14, 15 u. 16). In jedem Quadrant der ventralen, resp. der dorsalen Seite des Embryo's können wir eine polare (*p*), eine centrale (*c*), eine seitliche (*l*) und eine zwischen der polaren und der seitlichen liegende (*i*) Zelle unterscheiden (Fig. 16).

Bei weiterer Entwicklung vermehren sich zunächst die Zellen der

1) Nach Barrois erscheint die Furchungshöhle bei Alcyonidium gelatinosum während des achtzelligen Stadiums. l. c. p. 289.

dorsalen Blastodermahälfte, und erst dann tritt die Zellenvermehrung auch an der Bauchseite des Embryo's wieder ein, womit auch die ersten Processe der Keimblätterbildung zusammenhängen.

An den in Rede stehenden Stadien mit beginnender Keimblätterbildung bemerkt man als Novum an der Ventralseite des Embryo's zwei Zellen, von denen auf dem optischen Längsschnitte (Fig. 18 u. 19) natürlich nur eine zu sehen ist ($\varkappa$), da dieselben verschiedenen (mittleren) Längsreihen angehören. Jede von diesen erwähnten Zellen stammt offenbar entweder von der polaren oder von der centralen Zelle des entsprechenden Quadrantes eines aus 32 Furchungskugeln bestehenden Stadiums ab; welche von diesen beiden Möglichkeiten aber wirklich realisirt ist — diese Frage bin ich leider nicht im Stande definitiv zu entscheiden, sondern kann nur einige Argumente zu Gunsten derjenigen Annahme anführen, welche, meiner Meinung nach, die wahrscheinlichere ist.

Die Gestalt und die gegenseitige Lagerung der Zellen $\varkappa$ und c auf dem an meiner Fig. 19 dargestellten optischen Längsschnitte kann wohl die Vermuthung veranlassen, dass die beiden genannten Zellen Schwesterzellen sind. Gegen eine solche Annahme scheinen aber folgende Beobachtungen zu sprechen.

An etwas späteren Stadien ist nämlich auch im unteren Theile der Bauchfläche ein Paar Zellen vorhanden, welche den eben besprochenen genau entsprechen (Fig. 20 $\varkappa'$). Die denselben anliegenden centralen Zellen haben aber an den optischen Längsschnitten der im Profil liegenden Embryonen die Gestalt eines beinahe rechtwinkeligen Viereckes (und nicht eines Trapezes), und es scheint hier ein weit innigerer Zusammenhang der kleinen Zelle $\varkappa'$ mit einer randständigen Ectodermzelle, als mit der centralen (Entoderm-) Zelle zu bestehen. Bei weiterer Entwicklung, wenn die Ectodermzellen die vier centralen Zellen der Bauchfläche, oder vielmehr deren Descendenten, zu umwachsen beginnen, wird jedoch auch die aus der grossen viereckigen Zelle c' (Fig. 19) entstandene Zellenreihe an ihrem peripherischen Ende verjüngt (vgl. Fig. 22 u. 22 a *en*): man kann also die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen, dass eine solche Erscheinung auch bei den entsprechenden oberen Zellen (c) etwas früher stattfindet.

Man wird sich bei dieser Gelegenheit wohl erinnern, dass bei der typischen Invagination (z. B. bei den Ascidien) die äusseren Enden der eingestülpten Zellen sich nicht unbeträchtlich verjüngen. Die uns jetzt beschäftigenden Zellen der Tendra-Embryonen senken sich aber auch ein wenig in die Segmentationshöhle ein, was man an einigen Präparaten (Fig. 19 die Grenze zwischen den Zellen $\varkappa$ und c) sehr deutlich

wahrnehmen kann. Demnach scheint mir die Vermuthung nahe zu liegen, dass auch in unserem Falle die Gestalt der Zelle *c* unserer Fig. 19 nur durch eine, freilich wenig ausgesprochene und einseitige, Einsenkung der Embryonaloberfläche und den Druck der sich vermehrenden benachbarten Ectodermzellen bedingt wird.

Verfolgen wir nun die zum Theil schon oben angedeuteten Vorgänge der Keimblätterbildung weiter.

Als ich ein meiner Fig. 19 entsprechendes Stadium zum ersten Male untersuchte, glaubte ich es mit einer beginnenden typischen Einstülpung eines Theiles des Blastoderma in den anderen zu thun zu haben. Bei genauerer Prüfung musste ich jedoch diese Ansicht aufgeben, da mir einerseits die vermeintlichen späteren Einstülpungsstadien, obwohl ich ziemlich viele junge Tendra-Embryonen untersucht habe, niemals zu Gesicht kamen, und ich andererseits die von mir an meinen Fig. 20—22 abgebildeten Embryonalstadien beobachten konnte, welche, meiner Meinung nach, nur folgende Deutung zulassen.

Unsere Fig. 21 *A* stellt einen Embryo dar, bei welchem die Descendenten der vier centralen Zellen der Bauchseite (Fig. 16 *c*) von den Ectodermzellen überdeckt zu werden beginnen, was darin seinen Grund zu haben scheint, dass erstens die ganze von den Ectodermzellen gebildete Fläche sich stärker als früher krümmt, und dass zweitens auch noch eine Vermehrung der genannten Zellen stattfindet. Jede der vier Entodermzellen, welche schon an vorhergehenden Stadien (Fig. 18 u. 19 *c*, *c'*, Fig. 20 *en*) in die Furchungshöhle etwas hineinragten, ist nunmehr in eine äussere und eine innere Zelle zerfallen (Fig. 21 *A* vgl. mit Fig. 20).

Bei dem auf unserer Figur 22 dargestellten Embryo ist derselbe Vorgang noch weiter fortgeschritten. Die Entodermzellen haben sich noch weiter vermehrt und begrenzen schon eine mit der Aussenwelt augenscheinlich noch nicht communicirende »Urdarmhöhle« (*gc*). Die beiden primären Keimblätter erscheinen da, wo sie mit einander zusammenhängen, etwas verdünnt.

Bei weiterer Entwicklung verdicken sich aber die beiden Blätter an der erwähnten Stelle und es entsteht im Centrum der Bauchfläche eine Communication der »Urdarmhöhle« mit der Aussenwelt (Fig. 23 *o*). Das Ectoderm geht nunmehr ohne scharfe Grenze in das Entoderm über und der ganze Embryo besitzt die Gestalt einer »Archigastrula«, obgleich die Ontogenese der beiden in Rede stehenden Embryonalformen eine verschiedene ist.

Der eben geschilderte Embryonalzustand der Tendra zostericola entspricht offenbar dem »glockenförmigen« Stadium von Barrois' die

von dem mittleren Theile der embryonalen Dorsalseite gebildete Proeminenz, welche ich bei manchen Embryonen noch mehr, als es an meiner Zeichnung (Fig. 23) dargestellt ist, ausgesprochen fand, ist nämlich mit dem »battant« zu vergleichen, welches jedoch bei unserem Moosthierchen gar nicht in den Larvenkörper eingestülpt wird: im Gegentheil wird bei weiterer Entwicklung die Dorsaloberfläche des Embryos wieder mehr gleichmässig abgerundet[1]. Bevor aber dies geschieht, scheint eine vorübergehende seichte Einstülpung der dorsalen Fläche der eben beschriebenen rückenständigen Proeminenz der Larve zu entstehen (vergl. Fig. 24 *y*). Da ich aber diese Einstülpung bei lebenden Objecten nicht beobachtete, so kann ich nicht mit Sicherheit behaupten, dass dieselbe kein Kunstproduct ist.

Nach meiner obigen Darstellung findet bei der Gastrulabildung bei Tendra zostericola keine eigentliche Einstülpung der einschichtigen Keimblase statt. Der Vorgang, welcher bei der Differenzirung der beiden primären Keimblätter unseres Moosthierchens eine wesentliche Rolle spielt, lässt sich vielmehr als eine Art Epibolie auffassen. Das Verhältniss des uns jetzt beschäftigenden Processes zur Entobolie und Epibolie wird uns, meiner Meinung nach, ganz klar sein, wenn wir diesen Vorgang mit dem von Barrois beschriebenen Einstülpungsprocess bei der Gastrulation des Alcyonidium gelatinosum vergleichen. — Nach Barrois vermehren sich die vier centralen ventralen Zellen einer aus 32 Furchungskugeln bestehenden Blastula, und dann stülpt sich ein Theil der in dieser Weise entstandenen Zellenplatte als Urdarm in das Innere des Embryos ein[2]. Denken wir uns nun, dass, erstens, alle Descendenten (und nicht nur ein Theil derselben) der vier erwähnten Zellen zur Bildung des Entoderms verwendet werden, und dass, zweitens, der Einstülpungsprocess verhältnissmässig zu früh, nämlich früher, als eine Vermehrung der vier centralen Zellen der embryonalen Bauchseite, eintritt. In diesem Falle können die vier eingestülpten Zellen, wenn sie (wie es bei Tendra zostericola wirklich der Fall ist) keine bedeutenden Formveränderungen erleiden, unmöglich eine deutliche Höhle (oder Grube) begrenzen. Die äussere Fläche dieser Zellen

1) Nach Barrois bei Alcyonidium gelatinosum »la partie dorsale s'affaisse un peu au dedans de la couronne, et l'oeuf prend, à peu près, la forme d'une cloche: la partie ventrale et la couronne ciliaire qui la bordent représentent le corps de la cloche, la partie dorsale, un peu enfoncée dans la première, figure un battant d'une taille colossale, qui ferait au dehors une saillie considérable«. l. c. p. 290, 291.

2) »Les quatre cellules centrales produisent donc la peau de la face ventrale, et c'ést cette peau qui, en s'invaginant en un point, donne naissance au tube digestif.« l. c. p. 290.

wird sich nicht so leicht krümmen können, als es eine ziemlich dünne, aus zahlreichen Zellen bestehende Epithelialschicht vermag, weshalb man schon a priori es für wahrscheinlich halten könnte, dass im ersteren Falle die Ränder der in der Ectodermblase vorhandenen Oeffnung (Properistom) mehr selbständig (d. h. von der Entodermzelle mehr unabhängig) wachsen werden, und dass somit die Entobolie sich in eine Art Epibolie verwandeln wird. In der That sehen wir, dass in manchen Fällen, wo eine seichte Grube oder Rinne sich bildet, wir anstatt einer Einstülpung oder Faltenbildung einem Ueberwachsungsprocess begegnen. So z. B. bei der Entwicklung des Nervensystems des Amphioxus (nach KOWALEVSKY) wird der Boden der »Primitivrinne« von den einschichtigen Rändern derselben allmälig überwachsen, während die Ränder der Nervenrinne beim Hühnchenembryo, bekanntlich, aus zwei faltenartig erhobenen Zellenlagern bestehen. — Dem Gesagten zufolge besteht zwischen der Gastrula unseres Moosthierchens und einer gewöhnlichen Amphigastrula ungefähr derselbe Unterschied, als zwischen der von BARROIS beschriebenen Invaginationsgastrula des Alcyonidium und einer typischen Archigastrula.

Es bleibt mir nun in Bezug auf die Gastrula der Tendra zostericola nur noch übrig, über das definitive Schicksal des Einganges in die Urdarmhöhle Auskunft zu geben. An etwas späteren Stadien konnte ich die in Rede stehende Oeffnung nicht mehr finden. Bei solchen Embryonen, bei welchen die oben beschriebene dorsale Proeminenz (mit einer seichten Einstülpung ihrer Oberfläche) noch zu erkennen war, glaubte ich einige Male noch Spuren der früheren Communication der Urdarmhöhle mit der Aussenwelt in Form eines sehr engen Canals wahrzunehmen, eine trichterförmige Erweiterung des äusseren Endes dieses Canals war jedoch auch hier sicherlich nicht mehr vorhanden. Bei den relativ älteren Embryonen, bei welchen die dorsale Proeminenz als solche schon nicht mehr bemerkbar war (und welche auch keine dorsale Einstülpung besassen), stellte das Ectoderm immer eine vollkommen geschlossene Blase dar, welche in ihrem Innern eine augenscheinlich compacte Entodermmasse enthielt. An der Stelle des früheren Urmundes (Centrum der Bauchseite) wurden die beiden Keimblätter von einander durch einen Zwischenraum geschieden (Fig. 25 bei *v*) — ein Umstand, der gegen die Vermuthung spricht, dass ich den Rest der früheren Oeffnung des Urdarms übersehen hätte. Uebrigens habe ich einzelne Exemplare solcher Stadien wiederholt (ein Exemplar im Laufe einiger Wochen[1]) mehrere Male) untersucht, ohne jedoch einen Rest

1) Im Creosot aufbewahrtes Carminosmiumpräparat, das zuerst in etwas mit Seewasser verdünnter BEALE'scher Carminflüssigkeit untersucht wurde.

des Gastrulamundes bei ihnen entdecken zu können. Deshalb glaube ich, dass meine obigen Angaben in Bezug auf die Beschaffenheit des Ectoderms der in Rede stehenden Stadien der Wirklichkeit entsprechen.

Es ist hier der Ort, eine Lücke in meinen in diesem Aufsatze beschriebenen Beobachtungen besonders hervorzuheben: ich habe nämlich die Frage unentschieden gelassen, ob die Ränder des morphologischen »Urmundes« (Properistom) noch vor der Entstehung einer Communication der Urdarmhöhle mit der Aussenwelt zusammenwachsen, oder nicht. Im ersteren Falle wäre der Eingang in die Urdarmhöhle nicht ohne Weiteres für einen Urmund zu halten [1]), und hätten wir es bei unserem Moosthierchen mit zweimaligem Verwachsen des Gastrulamundes zu thun. Jedenfalls entspricht die Stelle der uns jetzt beschäftigenden Oeffnung derjenigen des Urmundes genau.

Bei den uns jetzt beschäftigenden Stadien [2]) ist das Ectoderm an zwei Stellen der Bauchseite (an der oberen und der unteren Grenze derselben) verdünnt (Fig. 24, 25), und etwas später bemerkt man, dass das sich halbmondförmig gekrümmt habende Entoderm mit seinen beiden spitzen Enden diese erwähnten Stellen des Ectoderms fast berührt. Das ganze Aussehen des Entoderms erinnert dann schon ziemlich lebhaft an die Form des noch mehr gekrümmten Darmtractus der ausgebildeten Larve. Wann und in welcher Weise die erste Anlage des Mund-, resp. Afterdarms der Larve entsteht, bin ich nicht im Stande anzugeben, und eben so wenig kann ich die Frage über die Entwicklung des Mesoderm beantworten. Ich werde hier deshalb die Uebergangsstadien zwischen den von mir auf meiner Fig. 24 und 25 dargestellten Embryonalzuständen und der fertigen Larve nicht näher beschreiben und möchte einstweilen den von mir oben mitgetheilten Beobachtungen nur einige die Beschaffenheit des Larvendarms betreffende Bemerkungen anknüpfen, welche Angesichts der neuerdings von Hatschek in Bezug auf die Pedicellinalarven und den Cyphonautes gemachten Angaben [3]) vielleicht nicht ohne Interesse sein werden.

In Bezug auf den Larvendarm muss ich zuerst bemerken, dass mir schon seit längerer Zeit die Bedeutung der »Mundfurche« als eines Oesophagus sehr zweifelhaft geworden ist, indem ich bei lebenden Tendralarven in der Mitte der Bauchseite, dicht neben der Saugnapf-

1) D. h. nicht ohne Weiteres mit der Einstülpungsöffnung einer »Archigastrula« zu vergleichen.

2) Diese Stadien fand ich gewöhnlich an beiden ihren Polen fast gleichmässig abgerundet.

3) Diese Zeitschrift Bd. XXIX. Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata, p. 511—517 u. 553, 554.

scheide ein rundliches Gebilde beobachtete, welches auf mich den Eindruck einer Mundöffnung machte, und jetzt, da mir die von HATSCHEK in Bezug auf die Bryozoenlarven mitgetheilten Thatsachen und theoretischen Betrachtungen bekannt sind, halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass das von mir eben erwähnte und an meiner Fig. 25 bei einem Carminosmiumpräparat abgebildete rundliche Gebilde (*o'*) bei näherer Prüfung wirklich als Larvenmund sich erweisen wird. Diese Wahrscheinlichkeit wird durch den Umstand fast zur Gewissheit erhoben, dass der halbmondförmig gekrümmte Darmtractus der Larve mit seinem oberen Ende gerade die der vermeintlichen Mundöffnung entsprechende Stelle berührt, ungefähr in der Weise, wie ich es schon in meiner ersten Arbeit über die Entwicklung der Tendra zostericola abgebildet habe. Damals konnte ich jedoch, da ich nur lebende Larven untersucht hatte, von einer halbmondförmigen Krümmung des Larvendarms nicht mit derselben Sicherheit sprechen, mit welcher ich es jetzt nach den Beobachtungen an Carminosmiumpräparaten zu thun mich für berechtigt halte.

Wenn ich also die sogen. »Mundfurche« der Tendralarven nicht mehr für einen Oesophagus halten kann, so scheint mir nach der Analogie mit den Pedicellinalarven die von HATSCHEK [1]) vorgeschlagene Deutung des genannten Gebildes (als Entodermknospe) am nächsten zu liegen.

Sollte sich die Ansicht HATSCHEK's über die Organisation der Stelmatopodenlarven bestätigen, so würde dadurch eine Parallelisirung des Uebergangs der »braunen Masse« (NITSCHE's »Bildungsmasse«) ins Innere des ersten Polypids mit der Aufnahme des Nahrungsdotters in den sich bildenden Embryonaldarm vom morphologischen Standpuncte zurückgewiesen sein, da der histolysirte und der sich bildende Darmtractus dann als verschiedenen Individuen angehörig zu betrachten wäre. Jedenfalls haben wir, wie mir scheint, keinen Grund zu bezweifeln, dass das histolysirte (»braune Körper«) und das ihn ersetzende »Polypid« eines und desselben »Cystids« wirklich einem und demselben Individuum angehören, und deshalb glaube ich, dass die von mir anderswo [2]) ausgesprochene Ansicht in Bezug auf die Bedeutung der »braunen Körper« und deren Uebergang in das Innere der sich bildenden neuen »Polypide« weder durch die Beobachtungen, noch durch die theoretischen Betrachtungen HATSCHEK's widerlegt worden ist.

Odessa, im December 1877.

1) l. c. p. 553.

2) Diese Zeitschrift Bd. XXVI, p. 156.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Bedeutung der wiederholt gebrauchten Buchstaben.

a oben.
b unten.
cs cavum segmentationis.
d Dorsalseite.
ec Ectoderm.
en Entoderm.
gc Urdarmhöhle.
m Eihaut.
mn Kernmembran.
n Nucleus (resp. Keimbläschen).
n' Nucleolus (resp. Keimfleck).
n'' Nucleolinus.
ν Theilstück des Furchungskernes.
P Properistom.
v Ventralseite.
vc Vacuole.
vt Dotter.
x Flecken im Keimbläschen.

Fig. 1. Ein kaum bräunliches (ziemlich junges) Eierstocksei. Oc. 3 + Syst. 7.

Fig. 2. Ein aus einem (bei durchfallendem Lichte) schwarzen, aber noch nicht verlängerten Eierstockseie herausgepresstes Keimbläschen, in Meerwasser liegend. Oc. 4 + Syst. 7.

Fig. 2a. Dessen Keimfleck nach der Behandlung mit Osmiumsäure.

Fig. 2b. Derselbe nach dem Zusatz von BEALE'scher Carminflüssigkeit.

Fig. 3 u. 4. Zwei aus dem Dotter herausgepresste Keimbläschen je eines schwarzen (bei durchfallendem Lichte) rundlichen Eierstockseies. Oc. 4 + Syst. 8.

Fig. 3a. Keimfleck des auf der Fig. 3 abgebildeten Kernes nach dem Zusatz von Essigsäure. Oc. 4 + Syst. 8.

Fig. 5. Ein in Meerwasser liegendes Keimbläschen, welches aus einem schwarzen länglichen Eierstockseie herausgepresst wurde. Oc. 4 + Syst. 7.

Fig. 6. Ein aus dem Dotter herausgepresstes Keimbläschen eines schwarzen bilateral-symmetrischen, sich von dem Eierstock bereits abgelösten Eies. Oc. 4 + Syst. 7.

Fig. 7. Ein von dem Ovarium sich abgelöst habendes bilateral-symmetrisches Ei (Carminosmiumpräparat), ungefähr im Profil. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 8 u. 9. Zwei Keimbläschen je eines anderen solchen Eies (Carminosmiumpräparate). Oc. 2 + Obj. 7.

Fig. 10. Ein Ei, bei welchem der Furchungskern schon in zwei mit einander durch eine dünne Brücke verbundene Theilstücke (*ν*, *ν*) zerfallen ist. Profilansicht. In der Mitte der Rückenseite (*d*) sieht man zwei Polarkörperchen (Excretkörperchen?) — *cp* — in einer Ausbuchtung der Dotteroberfläche liegen. Oc. 2 + Obj. 8.

Fig. 11. Ein etwas späteres, aus zwei Furchungskugeln bestehendes Stadium en face (comprimirt). Oc. 3 + Obj. 7.

Fig. 12. Ein aus vier Segmenten bestehendes Stadium ungefähr im Profil. In jeder Furchungskugel geht schon die Theilung des Kernes (*ν*, *ν*) vor sich. Oc. 2 + Obj. 7.

Fig. 13A. Ein achtzelliges Stadium im Profil. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 13B. Dasselbe Präparat en trois quarts. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 14. Ein lebendiger, aus 16 Zellen bestehender Embryo von der Rückenseite. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 15. Carminosmiumpräparat eines solchen Stadium's en trois quarts. Die zwei linken Zellenreihen dieser Figur gehören zu der Rückenseite, während von der Bauchfläche nur eine Reihe der Furchungskugeln (rechts) zu sehen ist. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 16. Ein 32zelliges Stadium von der Bauchseite. In jedem Quadrant der Bauch- (resp. Rücken-)seite kann man eine polare (*p*), eine centrale (*c*), eine seitliche (*l*) und eine zwischen der polaren und der seitlichen liegende (*i*) Zelle unterscheiden. Oc. 2 + Syst. 8.

Fig. 17. Ungefähr dasselbe Stadium im optischen Längsschnitt. Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 18. Ein etwas weiter entwickelter Embryo im optischen Längsschnitt. In jedem oberen Quadrant der Bauchseite hat sich von der polaren (?) Zelle eine kleine Zelle *x* abgetheilt: *p'* und *x* Schwesterzellen (?), *c* centrale Zelle desselben Quadranten, *c'* centrale Zelle des entsprechenden unteren Quadranten. Oc. 2 + Obj. 8.

Fig. 19. Ungefähr dasselbe Stadium im optischen Längsschnitt. Die Blastodermoberfläche ist neben der Zelle *x* etwas eingesenkt. Die Buchstabenerklärung s. bei der Fig. 18. Oc. 3 + Syst. 8.

Fig. 20. Ein Embryo, bei welchem in jedem unteren Quadranten der Bauchseite eine der Zelle *x* (vgl. die Erklärung der beiden vorhergehenden Figuren) entsprechende Zelle (*x'*) von der betreffenden polaren Zelle sich abgetheilt hat. Optischer Längsschnitt. Oc. 2 + Obj. 8.

Fig. 21A. Ein etwas weiter ausgebildeter Embryo, bei welchem schon 8 Entodermzellen (am optischen Längsschnitte sieht man deren 4) vorhanden sind. Oc. 2 + Obj. 8.

Fig. 21B. Dasselbe Präparat im optischen Längsschnitt. Die Schnittebene auf der der vorhergehenden Abbildung perpendiculär. Oc. 2 + Syst. 8.

Fig. 22. Ein Embryo, bei welchem schon eine (allseitig geschlossene) Urdarmhöhle (*gc*) vorhanden ist. Optischer Längsschnitt. (Der Embryo liegt ungefähr im Profil). Oc. 2 + Obj. 7.

Fig. 22a. Profilansicht des »Urmundes« desselben Exemplar's: in der Ectodermblase ist nur eine sehr kleine Oeffnung vorhanden. Oc. 3 + Obj. 8.

Fig. 23. Ein Archigastrula-ähnliches Stadium. *o* Eingang in die Urdarmhöhle (die Stelle des Urmundes). Oc. 3 + Obj. 8.

Fig. 24 u. 25. Stadien mit geschlossener Oeffnung der Urdarmhöhle. Das Ectoderm bildet eine vollkommen geschlossene Blase. Bei dem auf der Fig. 24 abgebildeten Embryo sieht man eine provisorische dorsale Einstülpung des Ectoderms (*y*). Profilansichten. Oc. 2 + Syst. 8 und Oc. 2 + Syst. 7.

Fig. 26. Eine freischwimmende Larve von der Bauchseite. Carminosmiumpräparat. *X* Entodermknospe? *o'* Mundöffnung (?) *J* Darmtractus, *R* Rectum, *Vr* Saugnapfscheide, *v* Saugnapf. Oc. 2 + Obj. 7.

Alle colorirten Figuren stellen Carminosmiumpräparate dar. Fast alle Zeichnungen solcher Präparate sind nach den Embryonen gemacht (Mikr. v. Hartnack, Camera lucida von Nachet), welche sich noch in mit Meerwasser verdünnter Beale-scher Carminflüssigkeit befanden; nur Fig. 23 nach einem mit Creosot aufgehellten Carminosmiumpräparat. (Nach einem langen Liegen im reinen Glycerin pflegt die Form der Embryonen sich merklich zu verändern.)

Die Kometenform der Seesterne und der Generationswechsel der Echinodermen.

Von

Ernst Haeckel.

Mit Tafel XX.

Je mehr neuerdings wieder das Interesse der Zoologen dem wunderbaren Thierstamme der Echinodermen sich zugewendet hat, und je mehr wir durch die sorgfältigen Untersuchungen der neuesten Zeit über die schwierigsten Verhältnisse ihrer Anatomie und Ontogenie aufgeklärt worden sind, desto mehr ist auch wieder die dunkle Frage nach ihrer Phylogenie in den Vordergrund getreten. Fast alle neueren Bearbeiter der Sternthiere sind dieser Frage ausgewichen, und doch ist es klar, dass wir eine befriedigende Vorstellung von der eigenthümlichen Organisation und der natürlichen Verwandtschaft der Echinodermen nur dann gewinnen können, wenn wir irgend eine leitende Hypothese über ihren Ursprung uns für die Beurtheilung ihres Baues und ihrer systematischen Beziehungen zur heuristischen Richtschnur erwählt haben.

Es stehen sich augenblicklich drei grundverschiedene Ansichten über den Ursprung und die Verwandtschaft der Echinodermen gegenüber. Nach der ältesten Anschauung, die zuerst in dem grundlegenden System von Cuvier ihren präcisen Ausdruck fand, sind die Echinodermen echte S t r a h l t h i e r e (*Radiata*), und der »strahlige oder radiale Typus« ihres Körperbaues hat dieselbe Bedeutung wie bei den A c a l e p h e n (Hydroiden, Medusen, Corallen, Ctenophoren). Diese Ansicht hat neuerdings ihren schärfsten und entschiedensten Ausdruck in den Arbeiten der beiden Agassiz, Vater und Sohn, gefunden (Literatur-Ver-

zeichniss, Nr. 4), und ist ausserdem besonders von METSCHNIKOFF vertreten worden (Nr. 5). Giebt man dieser systematischen Zusammenstellung der Acalephen und Echinodermen eine phylogenetische Bedeutung, so muss man sich vorstellen, dass die Sternthiere sich aus irgend einer Gruppe der Acalephen historisch entwickelt haben, und zwar sind es die Ctenophoren, welche demgemäss von verschiedenen Seiten als die nächsten Verwandten und die wirklichen Stammformen der Echinodermen in Anspruch genommen worden sind.

Dieser ältesten Anschauung gegenüber, welche die Echinodermen mit den Acalephen in der unnatürlichen Hauptgruppe der Radiaten vereinigte, hob zuerst LEUCKART 1848 die gänzliche Verschiedenheit der Organisation in jenen beiden radiären Hauptgruppen des Thierreichs hervor und sonderte die Echinodermen als eine ganz selbständige Hauptabtheilung, einen »Typus«, wie schon früher MECKEL und GOLDFUSS vorgeschlagen hatten (12). Indem LEUCKART so die Coelenteraten (oder Acalephen) mit Recht völlig von den Echinodermen schied, suchte er die morphologischen Anknüpfungspuncte für die letzteren unter den Würmern, und insbesondere bei den Gephyreen. Schon früher waren diese »Sternwürmer« mit echten Echinodermen vereinigt, und zwar in die Classe der Holothurien gestellt worden. Veranlassung dazu gab zunächst die auffallende Aehnlichkeit der äusseren Körperform, die zwischen gewissen Gephyreen (Sipunculiden) und gewissen Holothurien (Synapten) besteht. In beiden ist der langgestreckte, von einer derben nackten Haut umschlossene Körper walzenförmig wurmähnlich; in beiden ist die Mundöffnung am vorderen, die Afteröffnung am hinteren Pole der Längsachse gelegen, und erstere mit einem Tentakelkranze umgeben. Dazu kommt noch die grosse Aehnlichkeit, welche in einigen untergeordneten Organisationsverhältnissen, namentlich aber in einem Paar baumförmig verzweigten Drüsen besteht, die in den Mastdarm münden. Ein Paar solcher Darmkiemen oder »Wasserlungen« finden sich ebensowohl bei den gewöhnlichen Holothurien (Pentacta, Thelenota u. A.), als bei manchen Gephyreen, insbesondere den Echiuriden (Thalassema, Bonellia u. A.). Auf Grund dieser Vergleichungen behielt die Annahme einer nahen Verwandtschaft zwischen Holothurien und Gephyreen auch dann noch Geltung, nachdem man letztere von den Echinodermen getrennt und zu den Würmern gestellt hatte. So hält LEUCKART (12) es für das einfachste, »die Strahlenform der Asteriden durch die Annahme einer Weiterentwicklung der Radien an die pentactaartigen Holothurien anzuknüpfen, und durch diese weiter auf die Gephyreen oder gephyreenartigen, individuell begrenzten Geschöpfe zurückzuführen.« Auch CLAUS

theilt diese Ansicht und hält (noch in der neuesten Auflage seiner »Grundzüge der Zoologie«, 1876) die nahe »Verwandtschaft der Holothurien mit den Gephyreen für offenbar begründet« (p. 273, 297, 388, 391).

Nach meiner Anschauung muss diese Ansicht vollständig aufgegeben werden. Ich kann die Aehnlichkeit, welche in mehreren, grösstentheils ganz äusserlichen Beziehungen zwischen den Holothurien und Gephyreen besteht, nur als die Folge der Anpassung an gleiche Lebensweise und gleiche Existenzbedingungen (vielleicht auch theilweise der »Mimicry«!) auffassen, nicht aber als Folge der Vererbung von gemeinsamen Stammformen. Alle jene Aehnlichkeiten haben für mich nur den Werth von Analogien, nicht von wirklichen Homologien. Das gilt insbesondere von den paarigen, baumförmig verzweigten Drüsen, die in den Enddarm bei beiden Classen einmünden, und auf deren Uebereinstimmung man irrthümlich so grossen Werth gelegt hat. Von diesen »Wasserlungen«, Darmkiemen oder Excretionsorganen finden sich ursprünglich bei den Holothurien fünf vor, wie sie noch heute *Caudina*, *Haplodactyla* und viele andere besitzen. Bei *Rhopalodina* sind nur vier vorhanden, eine ist rückgebildet. Die meisten anderen Holothurien besitzen nur zwei, indem drei verloren gegangen sind. Die ähnlichen büschelförmigen oder baumförmigen Excretionsorgane der Gephyreen sind dagegen ursprünglich paarig vorhanden und haben gar keine morphologischen Beziehungen zu denjenigen der Holothurien. Vielmehr sind die fünf ursprünglichen »Excretionsorgane« der letzteren wahrscheinlich von den entsprechenden verästelten interradialen Mastdarm-Blindschläuchen der Seesterne abzuleiten, welche ebenfalls bald zu fünf (*Archaster*), bald nur zu zwei (*Astropecten*) vorhanden sind. Noch weniger Gewicht kann natürlich der äusseren Aehnlichkeit in der Walzenform des Körpers bei Holothurien und Gephyreen beigelegt werden, oder dem Tentakelkranz, der den Mund umgiebt. Diese äussere Aehnlichkeit gilt nicht mehr als die der Hydroidpolypen und Bryozoen.

Uebrigens genügt, wie mir scheint, eine einfache tectologische und promorphologische Vergleichung der Holothurien und Gephyreen, um jede Annahme einer wirklichen Stammverwandtschaft zwischen beiden auszuschliessen. Der Körper der Gephyreen ist dipleurisch, aus einem Paar Antimeren zusammengesetzt, wie derjenige aller Würmer; der Körper der Holothurien hingegen ist fünfstrahlig oder pentactinot, aus fünf Paar Antimeren zusammengesetzt. Wie kann der letztere aus dem ersteren hervorgehen ohne eine Multiplication der Antimerenpaare, ohne individuelle »Vermeh-

rung«, ohne Fortpflanzung? Wie können die fünf Nervenstränge der Holothurien aus dem einen Nervenstrang der Gephyreen ohne Multiplication entstehen? Will man beide Gruppen wirklich vergleichen, so kann man tectologisch jede Gephyree nur als eine dipleure Wurmperson auffassen, jede Holothurie hingegen als einen pentactinoten Stock oder Cormus, der aus fünf innig verbundenen Gephyreenpersonen zusammengesetzt ist. Wie wir aber überzeugt sind, müssen die Holothurien nicht als die ältesten Ausgangsformen, sondern umgekehrt als die jüngsten Descendenten des Echinodermenstammes aufgefasst werden!

Gegenüber diesen beiden älteren Auffassungen, die ich für gleich unrichtig halten muss, habe ich zuerst vor zwölf Jahren in der generellen Morphologie (Bd. II, p. LXII—LXXVI) die Hypothese aufgestellt, dass die Echinodermen ursprünglich Würmerstöcke sind, und dass wir als die gemeinsamen Stammformen des ganzen Stammes die Seesterne betrachten müssen: als sternförmige Cormen, die aus fünf (oder mehr) gegliederten, Anneliden vergleichbaren, wurmartigen Personen zusammengesetzt sind. In ähnlicher Weise wie bei den zusammengesetzten Ascidien mehrere ungegliederte wurmartige Personen sternförmig gruppirt um eine gemeinsame Cloake herumsitzen, stehen bei den Seesternen mehrere gegliederte wurmartige Personen um eine gemeinsame Magenhöhle und Mundöffnung herum. Die gewöhnliche Keimungsform der Echinodermen wäre demnach nicht als Metamorphose, sondern als Generationswechsel zu betrachten, ihre Jugendform nicht als Larve, sondern als Amme. Diese Auffassung, welche natürlich alle morphologischen Verhältnisse der Echinodermen in einem gänzlich verschiedenen Lichte erscheinen lässt, ist von Gegenbaur in seinem »Grundriss der vergleichenden Anatomie« (1) angenommen und weiter ausgeführt worden; sie hat ferner die werthvollste Unterstützung durch zwei ausgezeichnete Zoologen gefunden, die zugleich zu den genauesten Kennern der Echinodermen gehören, durch die beiden Sars, Vater und Sohn. Insbesondere hat der jüngere G. O. Sars in seiner interessanten Monographie der *Brisinga* eine Reihe weiterer Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung geliefert (2). Auch Wichard Lange hat derselben durch seine anatomische und histologische Untersuchung der Seesterne werthvolle neue Stützen zugeführt (3).

Neben den drei vorstehend angeführten phylogenetischen Hypothesen ist bisher keine weitere Hypothese über Ursprung und Verwandtschaft der Echinodermen aufgestellt worden, und scheint auch kaum eine andere möglich. Eine solche könnte nur, von allen bekann-

ten Thierformen absehend, auf eine Reihe von völlig unbekannten, gänzlich ausgestorbenen Stammformen sich berufen, und würde also vollständig haltlos in der Luft schweben. Will man aber die Echinodermen von bekannten Thierformen ableiten, wozu wir zunächst bei solchen phylogenetischen Hypothesen verpflichtet sind, so bleibt nur die Wahl zwischen den drei angeführten Annahmen. Entweder sind die Echinodermen einfache radiäre Acalephen-Personen, wie die Medusen, und stammen von Ctenophoren ab, wie Agassiz (4) und Metschnikoff (5) behaupten, — oder sie sind einfache Wurm-Personen und stammen von Gephyreen ab, wie Leuckart und Claus annehmen (12), — oder die Echinodermen sind Stöcke, ursprünglich aus fünf (oder mehr) gegliederten Personen zusammengesetzt, und stammen von ausgestorbenen Würmern ab, wie Gegenbaur (1), Sars (2) und ich annehmen. Ein neuer, schlagender Beweis für die Richtigkeit dieser letzteren Annahme scheint mir durch die sogenannten »Kometenformen« der Seesterne geliefert zu werden, deren phylogenetische Bedeutung zu Gunsten meiner Hypothese nachstehend kurz erläutert werden soll.

Als »Kometenformen« bezeichnen wir ausschliesslich solche Seesterne, bei denen ein abgelöster Arm den ganzen Seesternkörper, d. h. die centrale Scheibe sammt den übrigen Armen neu gebildet hat. Diese Kometen-Reproduction der Asterien ist sehr wesentlich verschieden von den gewöhnlichen Formen der Reproduction, für welche zahlreiche Beispiele in allen Sammlungen zu finden sind. Diese letzteren Fälle von Regeneration, bei welchen stets die centrale Scheibe direct oder indirect betheiligt ist, zerfallen in zwei Gruppen, nämlich erstens Fälle von spontaner Theilung und Ergänzung der Theilhälften, und zweitens Fälle von Regeneration einzelner Arme, welche ganz oder theilweise zufällig verloren gegangen sind. Dieser Ersatz von theilweise verstümmelten oder ganz abgerissenen Armen, der sehr häufig bei verschiedenen Asterien und Ophiuren beobachtet wird, bietet kein besonderes Interesse. Merkwürdiger schon ist die Schizogonie oder die Vermehrung der Seesterne durch spontane Theilung, wobei die Scheibe des Seesterns durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften zerfällt und jede Hälfte alsbald die andere reproducirt. Lütken (Nr. 6) beobachtete dieselbe an zahlreichen Exemplaren von mehreren Arten des Genus *Asteracanthion* (oder *Uraster*), nämlich *A. tenuispinus* (J. M.), *A. problema* (Steenstrup), *A. acutispina* (Stimpson), *A. macrodiscus* (Stimpson), *A. muricatus* (Verr.), *A. atlanticus* (Verr.). Den Process der spontanen Theilung selbst sah sodann in kürzester Zeit Kowalevsky (7) an dem mediterranen *Asteracanthion* (*Ura-*

ster) tenuispinus sich vollziehen. »Um den Process der Theilung zu beobachten, braucht man nur einige Exemplare mit vollständig entwickelten Armen in ein Gefäss zu setzen. Höchstens nach einem Tage fangen sich die Seesterne an zu theilen; die sechsarmigen theilen sich gewöhnlich in zwei dreiarmige; besass aber ein Individuum ihrer sieben, so entstand ein dreiarmiges und ein vierarmiges, und letzteres theilte sich dann nicht selten weiter in zwei zweiarmige Individuen.« Eine sehr ausführliche Darstellung hat sodann SIMROTH (8) von der ähnlichen Schizogonie der *Ophiactis virens* gegeben. Diese sechsarmige Ophiure des Mittelmeeres zerfällt bei der sehr häufig zu beobachtenden Theilung fast immer in zwei dreiarmige Hälften, von denen jede die andere reproducirt.

Von allen diesen Reproductionsfällen sehr wesentlich verschieden ist der merkwürdige Process der Kometenbildung. Hier lösen sich die einzelnen Arme des Seesterns spontan von der centralen Scheibe ab, und jeder einzelne Arm ergänzt sich zu einem vollständigen Seestern, indem er die ganze Scheibe sammt allen übrigen Armen reproducirt. An einigen Exemplaren von *Linckia multiforis* aus dem rothen Meere sah MARTENS (1866) »klar, dass ein abgetrennter Arm allein, ohne Scheibe, im Stande ist, eine neue Scheibe und neue Arme durch Sprossen zu entwickeln. Dies ist die sogenannte Kometenform« (Nr. 9, p. 68). Ferner fand KOWALEVSKY »im rothen Meere, in der Umgebung von Tur, *Ophidiaster Ehrenbergii* mit ungemein unregelmässig entwickelten Armen. Es war nicht möglich, auch nur ein einziges Exemplar mit gleich grossen, regelmässig entwickelten Armen zu finden; entweder war ein Arm stark entwickelt, die übrigen im Gegensatz zu diesem sehr klein; oder es fanden sich Exemplare mit einigen grossen Armen, wogegen die anderen wie abgerissen erschienen. Ein längeres Nachforschen brachte schliesslich einzelne Arme zu Gesicht, bei denen man die übrigen vier Arme kaum gewahr werden konnte; endlich fanden sich Exemplare, bei denen die Arme eben im Begriff waren, sich abzutrennen. Die Abtrennung der Arme findet regelmässig, einer nach dem andern statt. Beim abgetrennten Arme verdickt sich der centrale Stumpf, aus dem schliesslich vier neue Arme hervorsprossen; anfangs als kleine Papillen, die bei wenigen in vollständige Arme auswachsen« (Nr. 7, p. 283).

Derselbe Vorgang scheint nach OSSIAN SARS bei der merkwürdigen *Brisinga* (sowohl bei *Brisinga coronata*, als bei *Brisinga endecacnemos*) sehr häufig vorzukommen. Er sagt darüber (Nr. 2, p. 76): »Ich bin im Stande gewesen, mich durch directe Experimente zu überzeugen, dass die einzelnen Arme der Brisinga, von der Scheibe abgelöst, fortfahren

zu leben und ihre gewöhnlichen Lebensfunctionen auszuführen, selbst lange nachdem die Scheibe selbst zu leben aufgehört hat; und dass daher auch sehr grosse Wahrscheinlichkeit dafür existirt, dass sie fähig sind, unter günstigen Umständen ihr Leben fortzuführen, indem jeder Arm für sich, nach und nach, die anderen Theile reproducirt, welche zu einer vollständigen Colonie gehören, die Scheibe sowohl als der Rest. Ich habe mich sogar zu der Annahme gedrungen gefühlt — als zu etwas, was den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit für sich hat, — dass eine solche successive Ablösung der Arme im normalen Zustande als ein freiwilliger Act des Thieres stattfindet, der zu einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung führt, durch *divisio radialis*«.

Endlich hat neuerdings Studer von einem ganz anderen Seestern, von *Labidiaster radiosus* berichtet, dass sich die Arme regelmässig von der Scheibe freiwillig ablösen (Nr. 10, p. 458). »Bei grösseren Exemplaren ist die verschiedene Länge der Arme auffallend. Man findet neben grossen, wohlentwickelten Armen nur halb so lange und ganz kleine, kaum entwickelte. Während diese sehr fest an der Scheibe haften, lösen sich jene sehr leicht, schon bei derbem Anfassen des Thieres, und wohl auch freiwillig ab. Die losgelösten Arme werden durch neue, an der Scheibe hervorknospende ersetzt. Bei kleinen Exemplaren sind alle Arme gleich lang«. Studer glaubt, dass diese spontane Ablösung der Arme bei *Labidiaster radiosus* zum Zwecke der Fortpflanzung geschehe, indem die in den Armen eingeschlossenen Eierschläuche durch Platzen die Eier in die Armhöhle entleeren und so die Eier durch die offene Wunde des abgelösten Armes nach aussen gelangen. Es ist aber daneben auch sehr wohl möglich, dass die spontan abgelösten Arme von Labidiaster als Kometenformen weiter leben und die ganze Scheibe nebst den übrigen Armen reproduciren, wie es bei *Brisinga* höchst wahrscheinlich und bei *Ophidiaster* festgestellt ist.

Uebrigens scheinen auch verschiedene Species des Genus *Asteracanthion* (oder *Uraster*), insbesondere *A. glacialis*, Kometenformen zu bilden, sei es, dass der reproducirende Arm sich freiwillig abgelöst hat oder gewaltsam abgerissen worden ist. Einen Fall davon finde ich verzeichnet in Schleiden, »Das Meer« (Berlin 1874. 2. Aufl. p. 353). Es ist daselbst (in Fig. 113) eine Kometenform abgebildet, die zu *Asteracanthion glacialis* zu gehören scheint, und dazu bemerkt: »Selbst ein einziger, nur ganz vollständig abgeschnittener Strahl lässt nach wenigen Tagen schon am abgeschnittenen Ende vier kleine neue Strahlen hervorkeimen, wie die Abbildung eines Seesterns aus dem Aquarium zu Concarneau zeigt (Fig. 113)«. »John Dalyell fand am 10. Juni einen einzelnen, kürzlich von einem Seestern getrennten Strahl; schon am

15. Juni erschienen am Grunde vier neue, rudimentäre Strahlen; am Abend desselben Tages begann auch die Bildung eines neuen Mundes, und am 18. Juni war das Thier wieder ganz vollständig ausgebildet; nur blieben die vier neuen Strahlen sehr klein. Einen Monat später warf das Thier freiwillig den alten Strahl ab, und an dessen Stelle sprosste ein neuer, ganz vollständiger Seestern hervor« (RYMER JONES). Besonders diese letztere Beobachtung ist sehr wichtig und interessant.

Die Kometenformen von Seesternen, welche ich selbst untersuchen konnte, gehören sämmtlich dem Genus *Ophidiaster* (MÜLL. TR.) an (= *Linckia*, NARDO, p. p.). Die Zahl der untersuchten Exemplare beträgt 51 und diese gehören vier verschiedenen Arten an, welche im »System der Asteriden« von JOHANNES MÜLLER und TROSCHEL folgende Namen führen: 1) *Ophidiaster diplax* M. TR. (= *Linckia diplax*) aus dem indischen Ocean, meistens von Mauritius: 10 Exemplare. 2) *Ophidiaster ornithopus*, VAL. (= *Linckia ornithopus*) von den Antillen: 8 Exemplare. 3) *Ophidiaster multiforis*, M. TR. (= *Asterias multifora* LAM.) aus dem rothen Meer und dem indischen Ocean: 27 Exemplare. 4) *Ophidiaster Ehrenbergii* M. TR., aus dem rothen Meer: 6 Exemplare. Beiläufig sei bemerkt, dass diese vier Ophidiaster-Arten nichts weniger als »gute Arten« sind, und dass die von MÜLLER und TROSCHEL für dieselben gegebenen Diagnosen nichts weniger als sicher sind. Namentlich sind *Ophidiaster multiforis* und *Ophidiaster Ehrenbergii* kaum zu unterscheiden, ebenso *Ophidiaster diplax* und *Ophidiaster ornithopus*. Alle angegebenen Species-Charactere sind sehr variabel. Die totale und die partielle Körpergrösse, das Verhältniss des Scheibenradius zum Armradius, und ebenso das Verhältniss der Breite der Arme zu ihrer Länge ist oft bei den fünf oder sechs Armen eines und desselben Exemplares sehr verschieden; die Zahl und Anordnung der Furchenpapillen variirt ebenso, selbst an verschiedenen Abschnitten eines und desselben Arms; ebenso die Zahl und Form der Plattenreihen und der Porenfelder. Nur der westindische *Ophidiaster ornithopus* zeigt mehr constante Charactere. Die übrigen drei Arten, welche sämmtlich im indischen Ocean und theilweise zugleich im rothen Meer wohnen, könnten ganz gut als Varietäten einer Art gelten, für die wir als passendsten Speciesnamen »*multiformis*« (nicht *multiforis*) vorschlagen möchten. Denn die ungewöhnliche Variabilität und Vielgestaltigkeit, nicht die grosse Porenzahl ist es, welche diese Seesterne auszeichnet (MARTENS, Nr. 9).

Das reiche Material, welches ich so vergleichen konnte, befindet sich in den zoologischen Museen von Berlin, München, Jena, im Museum Godeffroy in Hamburg und in der Naturalienhandlung von G. SCHNEIDER in Basel. Den Directoren jener Sammlungen, Herrn Professor PETERS

in Berlin, Herrn Professor v. Siebold in München, Herrn Custos Schmelz in Hamburg, nicht minder Herrn Naturalienhändler Schneider in Basel, bin ich für die Liberalität, mit welcher sie mir die Benutzung des werthvollen Materials gestatteten, zu herzlichem Danke verpflichtet; ausserdem habe ich auch Herrn Professor v. Martens in Berlin, Herrn Dr. v. Koch in Darmstadt und Herrn Naturalienhändler Schilling in Hamburg für gütige Zusendung von einigen besonders interessanten Exemplaren meinen freundlichen Dank abzustatten. Da die allermeisten geliehenen Exemplare getrocknet waren, und die drei einzigen Spiritusexemplare selbstverständlich nicht zerschnitten werden durften, so musste ich auf die Untersuchung des inneren Baues der Kometenformen verzichten und mich auf die genaue Untersuchung der äusseren Formverhältnisse beschränken.

Eine ausführliche Beschreibung und Vergleichung aller untersuchten Exemplare scheint überflüssig. Ich beschränke mich daher auf die Abbildung und Beschreibung von sechs der interessantesten Formen. Die einzelnen Arten brauchen nicht getrennt behandelt zu werden, da die Verhältnisse der Kometenbildung und der Regeneration bei den vier untersuchten Arten durchaus gleichartig zu sein scheinen. Auch die Zahl der Arme ist bei allen vier Arten wechselnd. Johannes Müller und Troschel sahen zwar von *Ophidiaster diplax*, *Ophidiaster ornithopus* und *Ophidiaster Ehrenbergii* nur Exemplare mit fünf Armen, während sie bei *Ophidiaster multiforis* vier, fünf oder sechs Arme angeben. Allein auch bei den drei ersteren Arten kommen neben der herrschenden Fünfzahl Exemplare mit vier und sechs Armen vor, wie nachstehende Uebersicht zeigt:

Species	Fünf A.	Sechs A.	Vier A.	Summa
O. diplax	6 Expl.	4 Expl.	—	10
O. ornithopus	5 »	2 »	1 Expl.	8
O. multiforis	19 »	6 »	2 »	27
O. Ehrenbergii	5 »	1 »	—	6

Die echte Kometenform (Fig. 5, 7, 9, 11) ist stets durch einen vollkommen entwickelten Arm ausgezeichnet, welcher an seinem centralen Ende die neugebildete Scheibe mit vier oder fünf anderen Armen trägt. Eine deutliche Ringnath (die Fissionsstrictur) begrenzt die vernarbte Wundfläche des abgelösten Arms, von welcher die Regeneration der abgelösten Scheibe ausgeht. An den jüngsten Exemplaren (Fig. 9 bis 12) sieht man, dass eine eigentliche Scheibe noch gar nicht existirt, sondern dass die neugebildeten Arme unmittelbar

aus der Wundfläche des Arms hervorsprossen. Die Mundöffnung wird zunächst nur durch das offene centrale Ende des Specialdarms des regenerirenden Armes gebildet. Eine Madreporenplatte fehlt ganz. Die Zahl der neugebildeten Arme beträgt bald vier, bald fünf. Beide Fälle dürften einen wesentlich verschiedenen Verlauf des Reproductionsprocesses bezeichnen.

Wenn der regenerirende Hauptarm vier neue Arme bildet (Fig. 9—12), steht die Achse des ersteren zunächst senkrecht auf der Achse der beiden benachbarten jungen Arme, während die beiden übrigen Arme unter gleichen Winkeln (von 60°) von den letzteren und von einander divergiren. Erst bei weiterem Wachsthum entwickelt sich im Centrum eine kleine Scheibe, und damit verändern die vier regenerirten Arme ihre Stellung, indem sie weiter auseinander treten und der rechte Winkel zwischen dem Hauptarm und dem benachbarten Nebenarm kleiner wird. Alsdann treten auch zuerst die Anfänge der Madreporenplatte auf, und zwar meistens zwei, beiderseits des Hauptarms. Da die Vierzahl der Arme meist nur bei jungen Individuen, selten bei älteren gefunden wird, so dürfte zu vermuthen sein, dass der regenerirende Hauptarm gewöhnlich später abgestossen wird, und dass an seiner Stelle ein fünfter junger Arm hervorsprosst.

Wenn der regenerirende Hauptarm an seinem centralen Ende nicht vier, sondern fünf neue Arme bildet (Fig. 5—8), so wächst meistens der den Hauptarm gegenüberstehende junge Arm genau in der Verlängerung von dessen Achse hervor, während die vier übrigen jungen Arme unter gleichen Winkeln (von 60°) paarweise zwischen letzteren und dem Hauptarm hervorwachsen. Jedoch stehen bei einer der vorliegenden Kometenformen von *Ophidiaster diplax* (Fig. 5, 6) die fünf neuen Arme in zwei Gruppen unsymmetrisch vertheilt, zwei Arme dicht bei einander auf der einen, drei auf der andern Seite des Hauptarms. Auch hier fehlt eine selbständige Mittelscheibe nebst Madreporenplatte zunächst ganz, und die letztere tritt erst auf — und zwar wieder paarweise zu beiden Seiten des Hauptarms —, nachdem die kleine Mittelscheibe im Centrum des Armkranzes sich bis zu einer gewissen Ausdehnung entwickelt hat. Wenn sich später der regenerirte Hauptarm von der sechsarmigen Scheibe ablöst, wird entweder die Ablösungsstelle sich schliessen und der Seestern fünfarmig bleiben, oder es wird an Stelle des abgelösten Hauptarms ein neuer Arm sich bilden und der Seestern sechsarmig werden.

Sehr interessant und wichtig ist die leicht zu constatirende Thatsache, dass bei ganz jungen Kometenformen, d. h. bei solchen, wo eben erst die vier oder fünf Arme aus der Wundfläche des abge-

lösten Hauptarms hervorsprossen, die centrale Scheibe nebst der Madreporenplatte noch völlig fehlt, und die Mundöffnung durch das offen bleibende Ende des Specialdarms gebildet wird, d. h. des radialen Darmanhangs, der sich im Arm alsbald in zwei Aeste gabelt. Erst nachdem die neugebildeten vier oder fünf Arme eine gewisse Grösse erreicht haben, gestaltet sich ihre centrale Verbindung zu einer ganz kleinen Mittelscheibe, der Mund rückt in die Mitte, und beiderseits des Hauptarms tritt eine kleine Madreporenplatte auf, in dem Winkel zwischen letzterem und dem benachbarten neugebildeten Arm. Es scheint, dass zwei dorsale Porenfelder den Ausgangspunct für die Bildung der beiden neuen Madreporenplatten liefern. Bei der grossen Mehrzahl der von mir untersuchten älteren Kometenformen waren zwei Madreporenplatten sichtbar, ganz symmetrisch in dem Interbrachialraum zwischen dem Hauptarm und den benachbarten Nebenarmen gelegen; anfangs sehr tief in der Mitte der Höhe gelegen — später erst auf die dorsale Fläche hinaufrückend.

Die merkwürdigen, sehr variabeln Verhältnisse der Madreporenplatte bei dem indischen *Ophidiaster multiforis* hat Martens (Nr. 9, p. 66 bis 68) so ausführlich und sorgfältig erörtert, dass ich hier einfach darauf verweisen kann. Er fand unter 56 untersuchten Exemplaren 49, — also gerade $^7/_8$ der Gesammtzahl —, bei denen zwei Madreporenplatten in zwei Interbrachialräumen lagen, bisweilen eine Platte wieder in zwei kleinere zerfallen. Unter jenen 56 Exemplaren waren 44 fünfarmige, 8 sechsarmige, 3 vierarmige und 1 siebenarmiges. Obgleich auch Martens die Entstehung der Kometenform durch Reproduction aus einem abgelösten Arm für unzweifelhaft hält, glaubt er doch auch theilweise die auffallende Ungleichheit der Arme bei dieser Art durch ungleiches Wachsthum derselben erklären zu können, wobei die Lage der Madreporenplatte von ursächlichem Einflusse sei. Er sagt (l. c. p. 67): »Der von zwei Madreporenplatten umgebene Arm ist oft stärker entwickelt als die anderen, länger oder doch dicker, als die anderen. Da die Madreporenplatte zugleich die Communication des Wassergefässsystems mit dem umgebenden Meerwasser vermittelt, so kann man annehmen, dass der Stoffwechsel durch die doppelte Communication vermehrt werde, und diese Vermehrung am meisten dem Wachsthum des den beiden Oeffnungen benachbarten Arms zu Gute komme. — Aber *Linckia multiforis* besitzt zugleich ein ungewöhnliches Reproductionsvermögen, und so mögen die kleineren Arme oft nur jüngere sein«.

Obgleich die Möglichkeit, dass die Ungleichheit der Arme durch ungleiche Ernährung und ungleiches Wachsthum derselben bedingt ist,

sicher von vornherein zugegeben ist, und obgleich in vielen anderen Fällen dies auch wirklich stattfinden mag, so scheint sie mir doch gerade für die Kometenformen nicht zu gelten. Denn das Merkwürdigste an diesen letzteren ist ja eben, dass an den ganz jungen Kometenformen eine Mittelscheibe und eine Madreporenplatte überhaupt nicht existirt, vielmehr die ganz kleinen Anfänge der neuen Arme unmittelbar aus dem centralen Ende eines abgelösten Armes (ohne jede Betheiligung der Scheibe!) hervorwachsen. Auch ist besonders hervorzuheben, dass bei diesen echten Kometenformen die vier oder fünf neuerzeugten Arme stets von Anfang an ganz gleiche Grösse und Beschaffenheit besitzen.

So ist denn jetzt die wichtige Thatsache, dass bei verschiedenen Arten des Genus *Ophidiaster* abgelöste Arme — ohne jede Betheiligung der centralen Scheibe — im Stande sind, eine ganze Scheibe nebst den übrigen Armen zu reproduciren, wohl unzweifelhaft festgestellt. Daran knüpft sich zunächst die weitere Frage, ob dieser Vorgang ein zufälliger, abnormer, durch äussere Verletzung und gewaltsame Trennung eines Armes bedingter Reproductionsprocess, oder ein normaler, spontaner, durch freiwillige Ablösung eines Armes bewirkter Zeugungsprocess ist. Soweit ich nach dem mir vorliegenden Material zu urtheilen vermag, zweifle ich nicht mehr, dass die Frage in letzterem Sinne zu bejahen ist, wie sie auch bereits durch Sars (2), Kowalevski (7) und Studer (10) bejaht worden ist. Bei gewissen Seesternen lösen sich die Arme freiwillig von der Scheibe ab und jeder abgelöste Arm reproducirt die ganze Scheibe nebst den übrigen Armen.

Zur Begründung dieser Anschauung stütze ich mich theils auf die bereits angeführten Angaben von Sars, Kowalevsky, Studer und Rymer Jones, theils auf meine eigenen Beobachtungen an *Ophidiaster diplax* und *O. ornithopus*. Bei diesen beiden Arten zeigt sich am deutlichsten, wie sich die Arme spontan von der Scheibe abschnüren. An denjenigen reifen Exemplaren derselben nämlich, welche nicht Kometenformen sind, kann man gewöhnlich die Abschnürungsstelle des Armes von der Scheibe deutlich erkennen (Fig. 1—4). Diese Fissionsstrictur (*f*) liegt stets etwas von der Scheibe entfernt. Die Distanz der Fissionsstrictur von dem Scheibenrande (oder dem Winkel des Interbrachialraumes) beträgt bei dem in Fig. 1 und 2 (in natürlicher Grösse) abgebildeten Exemplare von *O. diplax* 3—5 Mm.; bei dem in Fig. 3 und 4 abgebildeten Exemplare 2—6 Mm. Es bleibt also gar kein Theil der Scheibe an dem sich ablösenden Arm zurück; vielmehr bleibt umgekehrt ein Theil des Armes an der Scheibe

zurück! Und an dieser Fissionsstrictur kann aus der Scheibe — oder vielmehr aus dem zurückgebliebenen Armstummel! — wieder ein neuer Arm hervorwachsen, wie Fig. 3 und 4 deutlich zeigen. Nach diesen Thatsachen halte ich es auch für möglich, dass eine Scheibe, von der alle Arme sich abgelöst haben, alle Arme zu reproduciren vermag, ja dass sich dieser Vorgang öfter wiederholt! Doch habe ich noch kein Exemplar gesehen, welches diesen Vorgang eben so unzweifelhaft erläuterte, wie die ersteren jetzt feststehen. Es ist dringend zu wünschen, dass in den zoologischen Stationen und Aquarien zahlreiche, auf diese Fragen bezügliche Regenerationsexperimente mit verschiedenen Seesternen angestellt werden. Nach einer Notiz von KOWALEVSKY scheinen dieselben sehr gute Erfolge zu versprechen. Auch ist an frischen und gut eingelegten Spiritusexemplaren der innere Bau der Reproductionsformen und namentlich der Kometenformen genau zu untersuchen.

Es handelt sich hier offenbar um einen wirklichen Generationswechsel der Seesterne, um eine ungeschlechtliche Vermehrung, welche alle Charactere der echten Metagenesis trägt. Da wir nun auch die sogenannte »Metamorphose« der Echinodermen — wenigstens die palingenetische Keimungsform derselben in ihrer ältesten, ursprünglichen Gestalt — als wirkliche Metagenesis auffassen müssen, so hätten wir im Stamme der Sternthiere zwei verschiedene Formen des Generationswechsels: Erstens die gewöhnliche Form der Metagenesis, wo die sogenannte »Larve« (*Pluteus*, *Brachiolaria* u. s. w.) als Amme fungirt und durch innere Knospung das ganze Echinoderm erzeugt (bei den meisten Asterien, Ophiuren, Echinen und vielen anderen Echinodermen) — und zweitens die seltnere Form der Metagenesis, wo der spontan abgelöste Seesternarm als Amme fungirt und durch äussere Knospung den Stern erzeugt (*Ophidiaster*, *Labidiaster*, *Brisinga* u. a. Asterien).

Diese Thatsachen der Asteridenreproduction, und vor Allem die jetzt unleugbar festgestellte Thatsache, dass abgelöste Seesternarme ohne jede Betheiligung der Scheibe den ganzen Seestern reproduciren, scheint mir zu den stärksten Stützen für meine Cormustheorie der Echinodermen zu gehören und mit der entgegengesetzten AGASSIZ'schen Auffassung völlig unvereinbar zu sein. Nach dieser letzteren wäre der Seesternarm blos eine Extremität des Seesterns, wie dies am entschiedensten von METSCHNIKOFF (Nr. 5, p. 70) ausgesprochen worden ist: »das Organisationsprincip eines Echinoderms will ich viel lieber mit dem eines Cephalopoden vergleichen, da wir hier von dem entwickelten Rumpfe mehrere Arme ausgehen sehen, welche sich nicht nur durch hohe Organisation, sondern durch eventuelle Selbständig-

keit auszeichnen.« Wenn man auch nicht aus vielen andern Gründen diesen Vergleich als gänzlich unhaltbar bezeichnen müsste, so würde schon die Kometenform der Seesterne allein hinreichen, ihn zu widerlegen. Denn bei keinem Cephalopoden ist ein abgelöster Arm im Stande, den ganzen Körper zu reproduciren. Ueberhaupt ist kein einziger Fall bekannt, dass bei irgend einem Thiere eine abgelöste Extremität das Vermögen besässe, den ganzen Körper zu reproduciren. Im Gegentheil, gerade die Extremitäten sind überall diejenigen Körpertheile, welche der Reproduction des Ganzen am wenigsten fähig sind. Bei den Hydren reproducirt jedes Stück des Rumpfes den ganzen Körper; aber kein Tentakel und kein Stück eines Tentakels ist dazu im Stande! Bei den höheren Thieren vollends wird Niemand erwarten oder für möglich halten, dass eine abgelöste Extremität den ganzen Körper reproducirt, selbst wenn das Reproductionsvermögen im Uebrigen ein sehr hohes ist, wie bei den Crustaceen und Reptilien. Während hier abgerissene Beine und selbst Schwänze sehr leicht durch Regeneration ersetzt werden, ist kein einziges Beispiel bekannt, dass ein abgeschnittenes Bein einen ganzen Krebs oder eine ganze Eidechse gebildet hätte. Das würde aber bei der Kometenform der Seesterne wirklich der Fall sein, wenn der Seesternarm blos den morphologischen Werth einer Extremität besässe.

Absichtlich habe ich hier die Echinodermen mit höheren Thieren verglichen, weil ich selbst sie für »höhere Thiere« halte. Dass man die Sternthiere meistens zu den »niederen Thieren« rechnet, hat seinen Grund vorzugsweise in dem niederen Grade ihrer physiologischen Leistungen, und dieser ist wieder in erster Linie durch die niedere Entwicklungsstufe des Centralnervensystems und der höheren Sinnesorgane bedingt. Im Gegensatze dazu ist aber die morphologische Entwickelung der Echinodermen eine sehr hohe, ja mit Bezug auf die Bildung des ganzen Locomotionsapparates die allerhöchste! Wie unendlich complicirt ist bei einem Seestern, bei einem Crinoid, das ganze Skeletsystem mit seinen Tausenden von verschieden geformten Knochen, Platten, Stacheln, Pedicellarien, Gelenken, Bändern, Muskeln, wie verwickelt ist die Ausbildung des Gefässsystems! Ein Weichthier, ein Gliederthier, selbst ein Wirbelthier, damit verglichen, scheint in dieser Beziehung eine weit niedere Bildungsstufe erreicht zu haben. Insbesondere kann kein Zweifel sein, dass die tausendfach gegliederten Echinodermen in Bezug auf morphologische Differenzirung viel höher stehen, als die ungegliederten Mollusken.

Für die ganze Auffassung des Echinodermen-Organismus und sein Verhältniss zu anderen Thierformen ist in erster Linie die Beurtheilung

seiner Individualität von höchster Wichtigkeit. Nach der älteren Auffassung und nach den Anschauungen von Agassiz, Metschnikoff, Claus u. s. w. ist das ganze Echinoderm überall eine einfache Person, durch Metamorphose aus einer Larve entstanden; nach meiner Auffassung hingegen ist das ganze Echinoderm ein wahrer Stock oder Cormus, aus fünf Personen zusammengesetzt, und durch Generationswechsel aus einer Amme erzeugt.

Zur kritischen Beurtheilung dieser Individualitätsverhältnisse muss man die tectologische und promorphologische Zusammensetzung der beiden Generationen schärfer ins Auge fassen, als dies gewöhnlich geschieht. Ich bezeichne daher die erste ungeschlechtliche Generation der Echinodermen, die sogenannte »Larve«, als Sternamme oder *Astrotithene* (τιθήνη = Amme); hingegen die zweite geschlechtliche Generation, welche aus der ersten durch Knospung entsteht, als Sternstock oder *Astrocormus* (κορμός = Stock). Den Generationswechsel, der zwischen beiden besteht, habe ich schon in der Gener. Morphol. (Bd. II, p. 95) als *Metagenesis successiva* bezeichnet, im Gegensatze zu der gewöhnlichen Form des Generationswechsels, der *Metagenesis productiva*. Bei ersterer ist der amphigene Zeugungskreis nur aus zwei, bei letzterer aus mehr als zwei Bionten oder physiologischen Individuen zusammengesetzt.

Die Sternamme (*Astrotithene*) oder die sogenannte »Echinodermenlarve« besitzt keine Spur von radialem Bau, von einer Zusammensetzung aus mehr als zwei Antimeren. Die Versuche von Agassiz, schon hier eine radiäre Structur nachzuweisen und die Sternamme mit einer vierstrahligen Meduse zu vergleichen, sind so verfehlt, dass sie keiner Widerlegung bedürfen. Vielmehr ist in allen Fällen die characteristische Sternamme, mag sie nun die Form der *Bipinnaria* oder *Brachiolaria*, des *Pluteus* oder der *Auricularia* besitzen, unzweifelhaft aus zwei symmetrisch gleichen Antimeren zusammengesetzt, wie bei allen zweiseitigen oder dipleuren Thieren; bei allen Thieren, welche »bilateral-symmetrisch« in der vierten Bedeutung dieses fünfdeutigen Begriffes sind (Gener. Morphol. Bd. I, p. 519). Wie bei allen dipleuren Thieren, bei allen Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren, Würmern, wird die geometrische Grundform des dipleuren Körpers (die halbe Rhombenpyramide) durch drei Richtachsen bestimmt, von denen zwei ungleichpolig sind, die dritte gleichpolig ist: die Longitudinalachse mit oralem und aboralem Pol, die Sagittalachse mit dorsalem und ventralem Pol, und die Lateralachse mit rechtem und linkem Pol. Die Sternamme ist, tectologisch und pro-

morphologisch betrachtet, eine dipleure Person und zwar eine dipleure ungegliederte Person, ohne Metamerenbildung.

Der Sternstock hingegen (*Astrocormus*) oder »das ausgebildete Echinoderm«, hat in seiner ursprünglichen, regulär fünfstrahligen Gestalt, die geometrische Grundform der fünfseitigen regulären Pyramide, um deren Hauptachse (mit oralem und aboralem Pole) fünf congruente Parameren in gleichen Abständen herumstehen, in der gemeinsamen Hauptachse sich berührend. So finden wir das Verhältniss bei allen fünfstrahligen Asterien und Ophiuren, bei den »regulären« Seeigeln u. s. w. Die excentrisch gelegene Madreporenplatte, in der man früher eine »Andeutung bilateraler Symmetrie« finden wollte, hat für diese promorphologischen Verhältnisse gar keine Bedeutung, und bleibt ausser Betracht. Denn ihre unsymmetrische Lage ist ohne jeden Einfluss auf die symmetrische Grundform der fünf congruenten Parameren; sie ist ja blos von der Bildung des Rückenporus in der Haut der Astrolithene abhängig und besitzt keine constante Relation zur radiären Grundform des Astrocormus. Ausserdem finden sich ja auch bei vielen Asterien mehrere Madreporenplatten neben einander, ohne jede beständige Beziehung zur Grundform des Astrocormus.

Die »fünf Strahltheile«, aus denen jeder reguläre Astrocormus zusammengesetzt ist, bezeichne ich als Parameren, nicht als Antimeren, weil jeder dieser fünf Strahltheile wieder die gleichen promorphologischen Verhältnisse zeigt, wie jeder dipleure Körper; jedes Paramer ist also wieder aus zwei symmetrisch gleichen Antimeren zusammengesetzt. In meinem Aufsatze über »die Individualität des Thierkörpers« (Jena. Zeitschr. 1878, Bd. XII, p. 1) habe ich kürzlich diese Verhältnisse näher erläutert und kann daher darauf verweisen. Am zweckmässigsten wird überhaupt der Ausdruck »Paramer« nicht in demjenigen Sinne gebraucht, in welchem ich ihn ursprünglich eingeführt habe (Gener. Morphol. Bd. I, p. 344), sondern in demjenigen Sinne, welchen ihm zuerst Gustav Jaeger in seiner allgemeinen Zoologie beigelegt hat (11). Demnach besteht jede vierstrahlige Meduse aus vier Parameren und acht Antimeren, jedes fünfstrahlige Echinoderm aus fünf Parameren und zehn Antimeren, jede achtstrahlige Alcyonarie aus acht Parameren und sechzehn Antimeren. Die Grenzlinien oder Meridianebenen zwischen je zwei Parameren sind interradial; die Achsen der letzteren hingegen, oder die Meridianebenen, in denen sich die beiden symmetrisch gleichen Antimeren jedes Paares (oder die beiden Hälften jedes Paramers) berühren, sind perradial. Wenn die ganze »Strahlform« eine sogenannte »reguläre« ist, so sind die sämmtlichen Parameren congruent; jedes Paramer aber besteht aus zwei symmetrisch gleichen Antimeren.

Um nun die fundamentale tectologische und promorphologische Verschiedenheit zwischen den beiden Generationen der Echinodermen richtig zu verstehen, muss man schärfer als bisher die centrale Scheibe und die fünf peripherischen Arme bei den Seesternen — als der Urform aller anderen Echinodermen — unterscheiden. Wir wollen die centrale »Scheibe« ein für allemal als Sternscheibe oder *Astrodiscus*, hingegen die fünf peripherischen Arme als Sternarme oder *Astrolenae* (ὠλένη = Arm) bezeichnen. Die geometrische Grundform des »fünfstrahligen« Astrodiscus ist die reguläre fünfseitige Pyramide, aus fünf congruenten Parameren oder fünf Paar Antimeren zusammengesetzt. Die geometrische Grundform der Astrolenen hingegen ist der Halbkeil oder die halbe Rhombenpyramide, die nur aus einem Paar Antimeren zusammengesetzt ist.

Fassen wir nun die bekannte Ontogenese der Echinodermen scharf in's Auge, so müssen wir bei Vergleichung aller verschiedenen Fälle derselben diejenigen als die ursprünglichsten und rein palingenetischen betrachten, wo im Inneren der dipleuren Astrotithene sich selbständig (um deren Magen herum) der fünfseitig pyramidale Astrodiscus anlegt und sodann aus dessen Peripherie in gleichen Abständen die fünf dipleuren Astrolenen hervorsprossen. Unmöglich können wir diesen Knospungsprocess, wie gewöhnlich geschieht, als blosse Verwandlung oder Metamorphose auffassen, sondern nur als echten Generationswechsel oder Metagenese; denn unstreitig geschieht dabei eine Multiplication des Organismus: aus einem einzigen Antimerenpaare gehen fünf Antimerenpaare hervor; diese Thatsache der individuellen Multiplication ist unvereinbar mit dem Begriffe der Metamorphose, nur erklärbar als Metagenese. Der Weg, auf dem der fünfstrahlige Astrocormus dergestalt aus der zweiseitigen Astrotithene hervorgeht, ist kein anderer, als bei den meisten anderen Formen des Generationswechsels, derjenige der echten Knospung oder Gemmation. Wie bei den Salpen die ungeschlechtliche solitäre Salpe durch innere Knospung die ganze geschlechtliche Salpenkette erzeugt, und wie aus den befruchteten Eiern dieser Kettensalpen wieder die geschlechtslosen solitären Salpen sich entwickeln, so erzeugt bei den Echinodermen die ungeschlechtliche Astrotithene durch innere Knospung den ganzen geschlechtlichen Astrocormus, und aus den befruchteten Eiern dieses Sternstockes entwickelt sich wieder die geschlechtslose solitäre Sternamme. Nur sind die morphologischen Differenzen der beiden alternirenden Generationen bei den Echinodermen ungleich grösser als bei den Salpen. (Vergl. auch VICTOR CARUS, System der thier. Morphol. p. 310.)

Gegenüber dieser palingenetischen Keimungsform der Echinodermen, bei welcher das Verhältniss der beiden verschiedenen Generationen die ursprüngliche Phylogenese der Echinodermen in das hellste Licht stellt, müssen wir alle anderen Formen ihrer vielgestaltigen Ontogenese als cenogenetische beurtheilen, die durch abgekürzte Vererbung, durch Zusammenziehung und Unterdrückung vieler Zwischenstadien aus jener ersteren, primären Keimungsform secundär entstanden sind. Durch solche Abkürzung und Vereinfachung des ursprünglichen Entwicklungsganges wird bei vielen Echinodermen aus der palingenetischen Metagenese eine cenogenetische Metamorphose, und in vielen Fällen geht diese letztere wieder in einfache Hypogenese über, in Fortpflanzung ohne Generationswechsel und ohne Metamorphose (Gener. Morphol. Bd. II, p. 99). Das ist bei vielen lebendig gebärenden Echinodermen der verschiedensten Gruppen der Fall, wo aus dem Ei sich direct die Form des Mutterthieres entwickelt. Diese sogenannte »directe« Entwicklung ist aber in Wirklichkeit die indirecteste, durch Abkürzung und Zusammenziehung ebenso später aus der Metamorphose entstanden, wie diese letztere früher aus der Metagenese entstand.

Dass die nächsten wirklichen Verwandten der Sternthiere demnach die Würmer und nicht die Acalephen sind, scheint mir angesichts dieser ontogenetischen Thatsachen und ihrer phylogenetischen Deutung keines weiteren Beweises zu bedürfen. Die Sternamme oder Astrotithene ist ein einfacher ungegliederter Wurm, der die nächste Verwandtschaft zu den Räderthierchen und den Wimperlarven der Anneliden besitzt, wie Gegenbaur in seiner trefflichen phylogenetischen Beleuchtung der verschiedenen, mit »Wimperschnüren« versehenen Wurmformen bereits dargethan hat (Nr. 1, p. 146, 208). Der Sternstock hingegen oder der Astrocormus ist ein wirklicher Stock oder Cormus, der aus fünf gegliederten Wurm-Personen sternförmig zusammengesetzt ist. Die Vergleichung dieser gegliederten Sternwürmer mit Anneliden lässt sich in den meisten Beziehungen der Metamerenbildung streng durchführen, wie Sars in seiner schönen Monographie der *Brisinga* gethan hat (Nr. 2). Natürlich wollen wir damit nicht sagen, dass die Stammformen der Echinodermen wirkliche Anneliden waren, sondern Würmer, aus denen eine Anneliden-ähnliche Organisationsform sich entwickelte. Als fossile Ueberreste derselben sind vielleicht die merkwürdigen silurischen Panzerwürmer oder Phractelminthen zu betrachten (*Crossopodia*, *Phyllodocites* etc.), welche die grösste Aehnlichkeit mit isolirten skeletirten Astrolenen besitzen.

Die sogenannten Radialnerven der Echinodermen, welche in der ventralen Mittellinie der Astrolenen verlaufen, sind demnach morphologisch wirkliche »Ambulacral-Gehirne«, wie JOHANNES MÜLLER bereits sagte; sie sind vergleichbar dem Bauchmark der Anneliden; dagegen ist der Schlundring dieser letzteren nicht dem fünfeckigen Mundring der Sternthiere zu vergleichen; denn dieser ist nur ein »Colonial-Nervensystem«, eine secundäre Commissur, welche die fünf Bauchmarkstränge der Astrolenen mit einander verbindet. Wie weit im Einzelnen die Organisation jeder Astrolene derjenigen der Anneliden zu vergleichen ist, ob z. B. die Ambulacral-Füsschen der Sternthiere den Parapodien der Ringelwürmer entsprechen, bleibt noch den weiteren Fortschritten der vergleichenden Anatomie und Ontogenie festzustellen überlassen.

Die Asterien sind unter allen uns bekannten Echinodermen die ältesten, und stehen der gemeinsamen hypothetischen Stammform der ganzen Classe am nächsten. Diese Stammform, der Urstern oder die *Archestrella*, dürfte manche Charactere mit der uralten *Brisinga*, andere mit dem *Ophidiaster* getheilt haben. Vielleicht war diese Archestrella dem untersilurischen *Helminthaster Ruthveni* nahe verwandt; vielleicht war sie auch mit der aboralen Fläche am Meeresboden durch einen Stiel befestigt, gleich den Crinoiden. Wenigstens lässt sich die sternförmige Art der Knospung durch diese Annahme am leichtesten erklären. Da neuerdings fossile Asterien in untersilurischen und cambrischen Formationen entdeckt sind, da mithin keine älteren Echinodermen als Asterien bekannt sind, so wird unsere Hypothese auch palaeontologisch bestätigt.

Wie aus den Asterien, als der ursprünglichen Stammform der Echinodermen, alle übrigen Classen dieses merkwürdigen Thierstammes abgeleitet werden können, hatte ich bereits in der gener. Morphol. (l. c.) entwickelt. Indessen möchte ich die einzelnen dort entwickelten phylogenetischen Hypothesen jetzt grösstentheils nach den Verbesserungen berichtigen, welche GEGENBAUR und SARS (l. c.) gegeben haben. Das Hauptmoment für die weitere Entwicklung des Echinodermen-Typus ist die fortschreitende Centralisation. Während wir bei vielen heute noch lebenden Seesternen, vor Allen bei *Brisinga*, *Ophidiaster*, *Chaetaster*, *Labidiaster* eine sehr vollkommene Autonomie der Astrolenen antreffen, verlieren sie diese bei anderen Asterien mehr und mehr (so bei *Solaster*, *Echinaster*, *Scytaster*, *Uraster*) und zuletzt gehen die Astrolenen, wenigstens äusserlich, so sehr in dem Astrodiscus auf, dass dieser allein den ganzen Astrocormus zu bilden scheint (*Oreaster*, *Astrogonium*, *Goniodiscus*, *Culcita*).

Von diesen phylogenetischen Gesichtspuncten aus betrachtet, dürfte es vielleicht am naturgemässesten erscheinen, den ganzen Stamm der Echinodermen oder Estrellen in drei Hauptclassen oder Subphylen und in sechs Classen folgendermassen einzutheilen:

I. Erste Hauptclasse: Protestrellae. Sternthiere ohne innere Centralisation, mit totaler morphologischer Autonomie der Astrolenen, ohne Uebergewicht des centralen Astrodiscus. Darmsystem aus einem einfachen Centraldarm und fünf (oder mehr) entwickelten gabelspaltigen Specialdärmen zusammengesetzt. 1. Classe: Asteriae.

II. Zweite Hauptclasse: Anthestrellae. Sternthiere mit partieller innerer Centralisation. Der proximale Theil der Astrolenen nebst dem ganzen Darmsystem ist in der Bildung des centralen Astrodiscus aufgegangen, während ihr distaler Theil freie Arme bildet. Centraldarm einfach, ohne Specialdärme. 2. Classe: Ophiurae. 3. Classe: Crinoida.

III. Dritte Hauptclasse: Thecestrellae. Sternthiere mit totaler innerer und äusserer Centralisation. Die fünf Astrolenen sind vollständig in der Bildung eines einfachen kapselförmigen oder schlauchförmigen Astrodiscus aufgegangen. Centraldarm einfach, ohne Specialdärme. 4. Classe: Blastoida. 5. Classe: Echinida. 6. Classe: Holothuriae.

Aus der gemeinsamen Stammgruppe aller Echinodermen, aus den Asterien, sind wahrscheinlich als drei divergirende Zweige die drei Classen der Ophiuren, Crinoiden und Echiniden — unabhängig von einander — hervorgegangen. Die Blastoiden stammen vermuthlich entweder von den Ophiuren, oder von den Crinoiden ab. Als jüngere Descendenten der Echiniden betrachten wir die Holothurien.

Jena, im December 1877.

Citirte Schriften.

1. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. 1878. p. 205—240.
2. G. O. Sars, Researches on the structure and affinity of the genus Brisinga. Christiania 1875.
3. Wichard Lange, Beitrag zur Anatomie und Histologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. 1876, Bd. II, p. 279.
4. A. Agassiz, Revision of the Echini, 1874, p. 761. North American Starfishes 1877, p. 83.

5. Metschnikoff, Studien über die Entwicklung der Medusen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1874. Bd. XXIV, p. 68.

6. Lütken, Description de quelques Ophiurides nouveaux ou peu connus avec quelques remarques sur la division spontanée chez les Rayonnés. Oversigt over d. k. D. Selsk. Forhandl. O. S. V. Nr. 2. Kjöbenhavn. 1872.

7. A. Kowalevsky, Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XXII, 1872, p. 283.

8. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1877, Bd. XXVIII, p. 419.

9. E. v. Martens, Ueber ostasiatische Echinodermen. Arch. f. Naturg. 1866, Jahrg. XXXII, Bd. I, p. 66—69.

10. Studer, Echinodermen aus dem antarctischen Meere. Monatsber. der Berlin. Akad. 1877, p. 457.

11. Gustav Jaeger, Lehrbuch der allgemeinen Zoologie, 1871, Bd. I, p. 85.

12. Leuckart, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. Jahresber. im Arch. f. Naturg. 1869, Bd. 34, II, p. 208.

13. Victor Carus, System der thierischen Morphologie. 1853, p. 310.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XX.

Fig. 1. Ophidiaster diplax. Ein fünfarmiger Astrocormus, dessen fünf Personen (oder Astrolenen) von der centralen Scheibe (oder Astrodiscus) durch ringförmige Einschnürungen (*s*) mehr oder weniger getrennt sind; von der Bauchseite. Natürl. Grösse.

Fig. 2. Derselbe Astrocormus von der Rückenseite, *s*, *s* die Fissionsstricturen. *m*, *m*, *m* die drei Madreporenplatten. Natürl. Grösse.

Fig. 3. Ophidiaster diplax. Ein fünfarmiger Astrocormus, dessen fünf Personen von sehr ungleicher Länge sind. Die drei kleineren Astrolenen scheinen aus Stümpfen des Astrodiscus hervorgesprosst zu sein, von welchen sich schon früher Astrolenen abgelöst hatten; die zwei grösseren Astrolenen scheinen sich abzuschnüren (*s*). Von der Bauchseite. Natürliche Grösse.

Fig. 4. Derselbe Astrocormus, von der Rückenseite, *m*, *m* die beiden Madreporenplatten. *ss* Fissionsstricturen. Natürliche Grösse.

Fig. 5. Ophidiaster diplax. Kometenform. Ein abgelöster Hauptarm (*h*) hat die Scheibe mit fünf Armen reproducirt. Von der Bauchseite. Natürl. Grösse.

Fig. 6. Dieselbe Kometenform, von der Rückenseite, *m*, *m* die beiden Madreporenplatten. Natürl. Grösse.

Fig. 7. Ophidiaster ornithopus. Kometenform. Ein abgelöster Arm (*a*) hat die Scheibe nebst fünf Armen reproducirt, *m*, *m* die beiden Madreporenplatten, neugebildet in dem jungen Astrodiscus, zu beiden Seiten der reproducirenden Astrolene. Von der Rückenseite. Natürliche Grösse.

Fig. 8. Dieselbe Kometenform, von der Bauchseite. Natürliche Grösse

Fig. 9. Ophidiaster multiforis. Kometenform. Ein abgelöster Arm (*a*) beginnt die Scheibe mit vier Armen zu reproduciren. Von der Scheibe ist nur der erste Anfang sichtbar. Madreporenplatten fehlen noch ganz. Von der Bauchseite. Doppelte natürliche Grösse.

Fig. 10. Dieselbe Kometenform, von der Rückenseite. Der grösste Theil des reproducirten Arms ist weggelassen. Doppelte natürliche Grösse.

Fig. 11. Ophidiaster Ehrenbergii. Kometenform. Ein abgelöster Arm beginnt die Scheibe mit vier Armen zu reproduciren. Die Scheibe ist aber weiter entwickelt als bei den vorigen Formen, und der Anfang der beiden Madreporenplatten (*m*, *m*) ist zu beiden Seiten des reproducirenden Armes sichtbar. Von der Rückenseite. Fünfmal vergrössert.

Fig. 12. Dieselbe Kometenform, von der Bauchseite. Fünfmal vergrössert.

Beiträge zur Kenntniss der Protozoen.

Von

A. Schneider,
Professor in Giessen.

Mit Tafel XXI.

I. Actinosphärium Eichhornii.

Nachdem die Entwicklung dieses Thieres von Cienkowski entdeckt war, wurde dieselbe von mir, Greeff, F. E. Schulze und Brandt[1]) genauer verfolgt. Jeder von uns kann den Anspruch erheben neue Thatsachen gefunden zu haben. Allein unsere Beobachtungen weichen noch in vielen Puncten von einander ab. Ich habe mich jetzt selbst überzeugen können, dass eine Anzahl von Beobachtungen, welche von den meinigen abweichen, richtig sind und bei anderen habe ich keinen Grund ihre Richtigkeit zu bezweifeln. Wir müssen deshalb versuchen diese Widersprüche in Einklang zu bringen. Entweder findet bei Actinosphärium Eichhornii eine mehrfache Art der Entwicklung statt, — eine solche Polymorphie wäre nicht unerhört —, oder unter dem Namen A. Eichhornii verbergen sich mehrere Species, welche in der Vegetationsperiode sich sehr ähnlich sind und nur während der Fructificationsperiode erheblich unterscheiden. Bei andern durch ihre Einfachheit aus-

1) Cienkowski, Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. I p. 229 (1865).
Schneider, d. Z. Bd. XXI, p. 507 (1871).
Greeff, Sitzungsbericht der Gesellschaft zur Beförderung der ges. Naturwiss. zu Marburg Nov. 1873 p. 61.
F. E. Schulze, Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. X, p. 342 (1874).
Schneider, d. Z. Bd. XXIV, p. 379 (1875).
Brandt, Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin März 1877 und Inauguraldissertation »über Actinosphärium Eichhornii Halle 1877.«

gezeichneten Protozoen, den Gregarinen, findet die ähnliche Erscheinung statt, dass man dieselben mit Sicherheit nur durch ihre Psorospermien unterscheiden kann. Ist man einmal aufmerksam geworden auf die Möglichkeit, dass es mehrere Species von Actinosphärium giebt, so werden sich wohl auch die Unterschiede während der Vegetationsperiode finden.

Nach dem Erscheinen der Untersuchungen von GREEFF u. F. E. SCHULZE beobachtete ich hier die Entwicklung eines Actinosphärium, welche wesentlich abwich von der zuerst von mir in Berlin beobachteten. Ich hatte diese zweite Species vor der Kenntniss ihrer Entwicklung für dieselbe wie die Berliner gehalten, doch fiel mir auf, dass ihre Lebensweise nicht die gleiche war. Die Berliner Species lebte in den grossen Canälen des Thiergartens. Ihre Nahrung bestand hauptsächlich aus Cyclopiden, welche sie in der Weise verzehrte, dass sie die Strahlen daran heftete und sich von dem lebhaft schwimmenden Cyclops schleppen liess, ihn dann aber wie eine Amöbe überzog und verdaute. Die Giessner Species lebte in Wiesengräben, die im Sommer nur spärliches Wasser haben, frass nie Cyclopiden, obgleich ich ihr dieselben in allen Grössen darbot, sondern nährte sich hauptsächlich von Chlamydomonas und frass von höheren Thieren nur kleinere Rotatorien. Sie besass, wie man schon an der schnellen Vermehrung in den Gläsern sehen konnte, eine grössere Neigung zur Theilung, als mir an der Berliner Species aufgefallen war. Um die Schnelligkeit des Theilungsprocesses zu beobachten isolirte ich am 22. November eine Anzahl in Uhrgläschen und versorgte sie gut mit Futter. Die Resultate an 3 Exemplaren waren:

No. 1. 23. N. Theilung beginnt. 24. 9 Uhr Morgens getrennt, um 1 Uhr Mittag zusammenfliessend. Gestalt als ob eine 3. Theilung beginnt. Um 5 Uhr in zwei getrennt. Bleiben unverändert bis zum 28.

No. 2 am 23. um 1 Uhr die Gestaltsveränderung, als ob 2. Theilung beginnen soll, um 5 Uhr wieder rund geworden. 25. unverändert, am 26. 2. Theilung, bleiben unverändert bis zum 28.

No. 3 unverändert bis am 25. 2. Theilung eintritt. 26. unverändert. 27. 9 Uhr 5. Theilung, davon 1 schon in 2. Theilung. 1 Uhr 6 Stück vorhanden, 28. 9 Stück.

Gehen wir nun über zur Vergleichung der verschiedenen Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte, so stimmen alle Beobachter darin überein, dass sich das Actinosphärium mit einer glashellen zuerst weichen dann festen dickwandigen concentrisch geschichteten Cyste umgiebt. Die Theilung kann nun entweder, wie ich angebe, vor der Bildung der Gallertcyste stattgefunden haben oder sie findet, wie die andern angeben, erst nach Bildung derselben statt. Das Verhalten

der Kerne wird nun verschieden angegeben. Nach mir und Greeff findet die Theilung des Körpers in der Weise statt, dass in jedes Theilungsstück eine Anzahl Kerne übergehen. Nach Schulze, Brandt und nach meinen Beobachtungen an dem Giessner Actinosphärium gehen die Kerne des vegetirenden Actinosphärium unter und es entstehen neue Kerne, von welchen dann je eins in ein Theilungsstück übergeht. Da ich beide Theilungsarten aus eigner Anschauung kenne, darf ich wohl behaupten, dass sie beide vorkommen. Meine erste Species und die Greeff'sche würden sich nun weiter dadurch unterscheiden, dass bei mir je zwei Kugeln nach Beendigung des Theilungsprocesses in einer elliptischen Specialcyste oder vielmehr einem Specialraum der allgemein durchsichtigen Hülle liegen, bei Greeff nicht, oder nicht immer, ferner dadurch, dass sich bei Greeff nach Vollendung des Theilungsprocesses je 2 Kugeln wieder vereinigen, bei mir nicht; dass ferner bei mir die Kieselhülle, welche sich um jede Kugel bildet, einfach, bei Greeff doppelt ist. Diese Unterschiede sind so gross, dass wir jedenfalls zwei Species beobachtet haben. Darin stimmen wir überein, dass in der Kieselcyste zuerst noch die Kerne des Actinosphärium zu finden sind, und dann nach Untergang der zahlreichen Kerne ein neuer Kern mit Kernkörper auftritt. Hier ist nur ein Unterschied in der Anschauung vorhanden, indem Greeff vermuthet, dass das, was ich Kern nenne, das junge Actinosphärium sei.

Die zweite Gruppe von Beobachtungen, die von F. E. Schulze, Brandt und mir, die zweite Form der Theilung zeigend, kommt auch darin überein, dass die Kieselhülle dünner als in der ersten Gruppe, bietet aber darin Unterschiede dar, dass Brandt, ähnlich wie Greeff, eine Conjugation je zweier Theilstücke fand, während F. E. Schulze und ich dieselbe vermissten. Die Species von F. E. Schulze scheint mir mit der von mir in Giessen beobachteten gleich zu sein. Die Cienkowski'sche Species lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen. Aus diesen Untersuchungen geht aber hervor, dass die Species Actinosphärium Eichhornii in 4 Species zerfällt werden muss.

II. Entwicklung von Miliola.

Dass die Miliola lebendige Junge gebären hat Gervais[1]) entdeckt. Max Schultze[2]) beschrieb zuerst genau wie diese Jungen aussehen, nämlich ähnlich der Gattung Cornuspira. Es ist mir gelungen, diese Beobachtungen nicht nur zu bestätigen, sondern auch zu

1) Gervais, Comptes rendus 1847. II, p. 467.

2) M. Schultze, Müller's Archiv 1856, p. 165.

ergänzen. Ich habe die Entwicklung von 2 Species beobachtet. An ihrer Schale habe ich dieselben nicht unterscheiden können. Es ist dies gewiss nicht zu verlangen, da CARPENTER[1]), der ausgezeichnete Kenner der Foraminiferen, erklärt, nicht im Stande zu sein, die verschiedenen Genera, welche D'ORBIGNY unter den Milioliden aufgestellt hat, mit Sicherheit unterscheiden zu können, geschweige denn die Species. Allein wir werden hier ein neues Beispiel kennen lernen wie die Entwicklungsgeschichte uns sehr scharfe Merkmale zur Trennung der Species darbietet.

Miliola von Föhr.

Diese Species fand ich im August im Hafen von Wyk auf der Insel Föhr. Die Pfähle des engen Canals bedeckte eine dichte Vegetation von Utricularia, auf welcher grosse Mengen dieser Thiere sassen. In einer Weinflasche nahm ich einige Stengel der Alge nach Giessen und konnte daran folgende Beobachtungen machen.

Nachdem ich den Inhalt der Flasche in ein Gefäss gegossen, in welchem das Seewasser etwa 5 Cm. hoch stand, bemerkte ich, dass die Thiere nicht wie die Miliola von M. SCHULTZE an den Wänden des Gefässes in die Höhe krochen, sondern entweder an der Alge oder in der dünnen Lage von Schlamm und Bacillarien blieben, welche sich auf dem Boden gebildet hatte. Die Schale war sehr dünn, der Inhalt zeigte die gewöhnliche Sarcode von rostbrauner Farbe. Ausstrahlung und Verbreitung von Strahlen konnte ich nicht beobachten. Ende September bemerkte ich in den Thieren bedeutende Veränderungen, welche sich bald als die Stufen einer Entwicklung herausstellten. Viele Exemplare zeigten noch keine Veränderung, da sie aber äusserlich keine Unterschiede von den sich entwickelnden darboten, so war die Untersuchung ziemlich mühsam, um so mehr, als man die Schalen erst aus einer Hülle von feinem Schlamm befreien musste. Bekanntlich gelingt es bei Miliola für gewöhnlich nicht Kerne wahrzunehmen. Hier zeigten sich nun deutliche Kerne. Als das früheste unter den von mir beobachteten Stadien betrachte ich Fig. 1. Das körnige Protoplasma hat sich in Ballen von verschiedener Grösse gesondert. Jeder enthält einen Kern aus heller fester Substanz, in welchem ein oder viele Kernkörper von stärkerer Lichtbrechung liegen. Der Kern und die Zahl der Kernkörper ist proportional der Grösse des Ballen. Schliesslich findet man Ballen, deren Kern nur einen Kernkörper einschliesst. Diese kleinsten

1) CARPENTER, Introduction to the study of the Foraminifera 1862. p. 73 etc.

Ballen waren von zweierlei Grösse und Form. Bei den kleineren (Fig. 2) war das Protoplasma nackt ohne erkennbare Membran. Die grösseren (Fig. 3) waren oval mit einer dünnen Membran versehen. Ich glaube, dass man die kleineren Zellen als Spermatozoen, die grösseren als Eier betrachten muss.

In andern Schalen fanden sich nun Keimkörper (Fig. 6), welche aller Wahrscheinlichkeit nach aus den Eiern entstehen. Dieselben bestanden aus einer Kugel mit doppelt contourirter Wand, welche nach aussen von einem durchsichtigen unregelmässigen Saum umgeben war. Der Inhalt zerfällt in zwei ungleiche Segmente. Das kleinere ist homogen fettartig glänzend, das grössere besteht aus durchsichtigem mit einzelnen feinen Körnern durchsetztem Protoplasma. Der fettglänzende Körper enthält, wie ich ausdrücklich bemerke, keinen Kalk. Dieses Stadium der Keimkugel ist offenbar das am längsten dauernde. Während man die Zellen nur selten findet, sind die Keimkugeln der gewöhnliche Fund. Ein zwischen dem Ei und der Keimkugel liegendes Stadium habe ich nicht beobachtet. Sind die Keimkugeln gebildet, so gehen die Schalen der Miliola spurlos unter. Nach einigen Wochen treten nun die jungen Miliolen auf. Sie sind kugelförmig (Fig. 8) mit einer dünnen Schale, welche eine grössere Oeffnung und einige kleinere besitzt, aus welchen Fortsätze hervorragen. Bewegungen derselben habe ich nicht beobachtet. Ein Kern ist nicht sichtbar. Zwischen diesem Stadium und der Keimkugel liegt das (Fig. 7) abgebildete, in welchem der glänzende Körper verschwunden ist und in der Eischale nur ein Protoplasmaballen liegt.

Das weitere Wachsthum der Schale findet in der Weise statt, dass sich an der Mündung ein Ansatz bildet, welcher die Gestalt einer hohlen Hand besitzt (Fig. 9). Anfang November war diese Keimkugelbildung vollendet. Die jungen Miliolen wuchsen während des Winters heran, und die Keimkugelbildung begann von Neuem. Allein jetzt scheint die Entstehung ungeschlechtlich zu sein. Niemals gelang es mir wieder die kleineren Spermatozoenzellen zu finden, obgleich ich gerade diesen eine besondere Aufmerksamkeit schenkte. Die Eizellen (Fig. 4 und 5) hatten immer einen gelben Kern. Ob ich diese Farbe bei geschlechtlich sich entwickelnden nur übersehen habe, mögen Andre ermitteln.

Das Gesetz des weiteren Wachsthums der Schale kann man aus einer jungen Schale erkennen, welche M. Schultze [1]) abgebildet und von welcher ich eine Copie (Fig. 10) beifüge. Sie stellt offenbar ein

1) M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien (1854), Taf. II, Fig. 10.

etwas älteres Stadium derselben oder einer ähnlichen Miliola dar. Ich selbst habe das Wachsthum der von mir gezogenen Jungen nicht weiter beobachten können.

Miliola von Helgoland.

In Helgoland kommen Miliolen unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen wie in Wyk nicht vor. Man findet sie dort nur in grösseren Tiefen, besonders in den Rasen der Corallina. Sie unterscheiden sich von denen aus Wyk durch eine grössere Festigkeit der Schale. Ich nahm im August eine grössere Menge derselben mit nach Giessen, um die Beobachtungen zu wiederholen, welche ich eben mitgetheilt habe. Als ich im September damit beginnen wollte, schüttete ich den Inhalt des ziemlich hohen Standglases in ein flacheres Gefäss. Als ich das Standglas nochmals mit Seewasser ausspülen wollte, bemerkte ich auf dem Boden desselben runde Häufchen, welche mit einer Sandkruste bedeckt waren. Sie enthielten das Material zur Entwicklungsgeschichte einer andern Miliola.

Die etwa 2 Mm. langen und 1 Mm. hohen Häufchen waren halbkugelförmig und sassen mit der ebenen Fläche auf. Die Kruste war nach unten nicht vollkommen geschlossen, sondern an einer Stelle immer etwas offen. Diese Kruste enthielt eine durchsichtige mässig harte Substanz, welche keine Kieselsäure enthielt. Diese Substanz schloss etwa 15 kuglige Hohlräume ein, darin lag eine mit deutlicher Wandung versehene Kapsel, welche den Hohlraum beinah ausfüllte. Unter diesen Kieselhäufchen konnte man mehrere Arten unterscheiden; die einen enthielten in ihren Kapseln ausser einer hellen Substanz mit dunkelcontourirten Körnern eine grosse Menge von hellen Körpern, welche sich in Gestalt und Bewegungsweise ähnlich wie der Körper einer Euglena verhalten (Fig. 12); eine Geissel besassen sie jedoch nicht. Die andern (Fig. 13) enthielten in ihren Kapseln nur eine Protoplasmamasse. Eine dritte Art von Häufchen enthielt ganz leere Kapseln. Eine vierte Art (Fig. 14) enthielt in den Kapseln Schalen, die in einer Windung spiral gerollt sind und eine weite elliptische Windung besitzen. Alle diese Formen fanden sich gleichzeitig vor. Eine Anzahl dieser verschiedenen Formen isolirte ich und hob sie zwei Wochen auf. Nach dieser Zeit fanden sich nur die Kapseln dritter und vierter Form vor. Ein Auskriechen der die Schalen tragenden Thiere habe ich nicht beobachten können, sie scheinen alle vorher abgestorben zu sein.

Es ist nun wohl anzunehmen, dass die Häufchen der ersten Art

die Spermatozoen, die der zweiten Art die Eier, die der dritten Art die entleerten Spermakapseln, die der vierten Art die reifen Embryonen enthalten.

Das Meerwasser, in welches ich zahllose Miliolen gesetzt hatte, enthielt nicht eine mehr. Sie scheinen also wohl alle zu dieser Zeit die geschlechtliche Fortpflanzung durchgemacht zu haben.

Diese Untersuchungen beweisen, dass bei Miliola eine geschlechtliche Zeugung stattfindet. Bei der Miliola von Föhr habe ich auch nachweisen können, dass die Eier sowohl als die Spermatozoen kernhaltige Zellen sind. Wenn es bei der andern Species nicht gelang Kerne zu sehen, so bleibt die Möglichkeit offen, dass Eier und Samen auf der ersten Stufe ihrer Entstehung den Kern besitzen. Für die Miliola von Föhr ist eine ungeschlechtliche Fortpflanzung nachweisbar, für die Miliola von Helgoland würde es zu dem Nachweis noch weiterer Beobachtung bedürfen.

Mit der von Schultze beobachteten Entwicklung stimmt, wie man sieht, keine der beiden Entwicklungsweisen überein. Die Gestalt des jungen Thieres zeigt, dass auch dort die erste Kammer (Fig. 3 bei Schultze) kugelförmig ist, wie bei Miliola von Föhr. Allein dort geht das junge Thier offenbar schneller zur Bildung des röhrenförmigen gewundenen Abschnittes der Kammer über.

III. Trichosphärium Sieboldii (nov. gen. nov. sp.).

In Seewasser, welches aus den Austernparks von Ostende kam, entwickelte sich das oben genannte Thier in sehr grosser Menge. Schon mit blossem Auge machte es sich als ein feiner weisser Staub auf dem bräunlichen Schlamm bemerklich, welcher den Boden des Gefässes bedeckte. Es erreichte etwa die Grösse von 0,3 Mm. Unmittelbar auf den Objectträger gebracht war die Gestalt eiförmig (Fig. 14). Liess man aber den Objectträger etwa 24 Stunden in der Feuchtkammer stehen, so nahmen die Thiere verschiedene Gestalten an. Sie zogen sich mehr oder weniger in die Länge, indem die Enden dabei keulenförmige Anschwellungen bildeten, bald waren sie gestreckt oder in verschiedenen Winkeln gekrümmt (Fig. 15). Dies waren jedoch auch die einzigen Gestaltsveränderungen deren das Thier fähig war, auch geschahen dieselben so langsam, dass man sie mit dem Auge nicht verfolgen konnte. Ich kann auch nicht angeben, ob die oft sehr dünne Einschnürung zu einer Theilung führte. Die Oberfläche des Körpers war dicht wie mit gleich langen Borsten besetzt. In Kalilauge blieben dieselben unverändert, allein schon in sehr verdünnter Essigsäure und

Salzsäure waren sie, und zwar ohne Gasentwicklung, löslich. Löst man die Stacheln auf, so bemerkt man, dass das Thier von einer festen Haut umgeben ist, welche an vielen Stellen kurze querabgeschnittene cylindrische, röhrenförmige Fortsätze bildet (Fig. 16). Die Querschnitte dieser Cylinder bemerkt man schon am unversehrten Thiere. In der Mitte sind die Cylinder durchbohrt. Es tritt ein hyaliner Faden heraus, welcher nur wenig länger als die Borsten ist. Am unversehrten Thier bemerkt man diese fadenartigen Fortsätze nicht, ich kann daher auch nicht angeben, ob sich dieselben bewegen. Das Innere des Thieres ist mit einem feinkörnigen Protoplasma erfüllt, in welchem viele hyaline Kugeln (Fig. 14 *b*) eingebettet sind. Ich habe die Thiere in Essigsäure getödtet und mit Carmin und Anilin behandelt, aber kein sicheres Resultat in Bezug auf die Färbung von Kernen erhalten.

Die Thiere bemerkte ich zuerst im December, sie nahmen an Zahl zu und lebten bis in den April. In dieser Zeit wurden sie kugelrund (Fig. 17). Die Stäbchen bildeten eine zusammenhängende Schicht, in welcher die runden Fortsätze deutlich unterscheidbar blieben. Nach Auflösung der Stäbchen konnte man aber erkennen, dass sich kein Protoplasma mehr in der Hülle befand. Im Juni war nichts mehr von den Thieren zu finden.

Systematisch wird man diese Geschöpfe wohl am besten bei den Foraminiferen unterbringen. Sie bilden einen Uebergang von der Lieberkühnia zu den echten kalkschaligen Foraminiferen.

IV. Chlamydomonas.

Diese Organismen sind, wie wohl überall, hier jedes Jahr zu finden. Gewöhnlich besteht die Hauptmenge der grünen Masse aus einer Species, welche identisch ist mit Ch. pulvisculus Ehrenberg (Fig. 20). Immer finden sich aber darunter einzelne Exemplare von zwei andern viel grösseren Species, welche ich als Ch. tumida (Fig. 19) und Ch. radiosa (Fig. 18) bezeichne. Bei Ch. pulvisculus liegt die Hüllhaut dem Primordialschlauch eng an und ist sehr dünn. Bei Ch. tumida ist die Hüllhaut sehr dick. Bei Ch. radiosa ist die Hüllhaut dünn, steht weit von dem Primordialschlauche ab, es gehen aber dünne Strahlen von dem Primordialschlauch nach der Hüllhaut. Der Raum zwischen der Hüllhaut und dem Primordialschlauch ist mit Flüssigkeit gefüllt, wie man an der Molekularbewegung der darin suspendirten Körner erkennen kann. Ausserdem sind jedoch noch andere wesentliche Unterschiede vorhanden, von denen ich zunächst hervorhebe, dass Ch. tumida vier Geisseln besitzt.

Einen rothen Augenfleck haben alle drei. An den beiden grösse-

ren Species kann man die Beobachtung machen, dass auf diesem rothen Fleck nach aussen ein kleiner stark lichtbrechender Körper — wenn man will eine Linse — sitzt. Es bedarf, um denselben zu finden, einer stärkeren Vergrösserung (Hartnack, Immersion Nr. 9). Dann sieht man, während das Thier sich um seine Achse dreht, den stark lichtbrechenden Körper bei einer seitlichen Ansicht aufblitzen.

Das Chlorophyll ist in dem Protoplasma ungleich vertheilt. Bei pulvisculus und tumida bildet dasselbe eine grössere bläschenartige Anhäufung, die bei ersterer in der Mitte des Körpers excentrisch, in letzerer hinten axial liegt. Bei radiosa sind mehrere grössere Chlorophyllkörner vorhanden. Ausserdem ist ein Theil des Protoplasma durchweg grün gefärbt, aber in allen bleibt eine Stelle ungefärbt.

Bei Ch. pulvisculus ist die helle Stelle länglich dem Chlorophyllkorn gegenüber, bei tumida liegt sie am Vorderende axial, bei radiosa ähnlich, ihr Contour ist nur weniger deutlich. In dem hellen Fleck liegen immer der bläschenförmige Kern mit seinem Kernkörper und die beiden contractilen Blasen.

Durch die Untersuchungen von Cohn, Carter und Pringsheim[1]) kennen wir die geschlechtliche Entwicklung der Volvocineen, die der einzeln lebenden Flagellaten ist meines Wissens nur von Cryptoglena durch Carter bekannt. Es dringen bei derselben Microgonidien in die grössere sich noch bewegende Eizelle ein. Bei Ch. pulvisculus habe ich die geschlechtliche Zeugung häufig verfolgen können. Beobachtet man ein Gefäss, welches diese Wesen enthält, längere Zeit, so tritt endlich bei einer sehr grossen Zahl von Exemplaren eine Conjugation ein. Zwei gleich grosse Exemplare legen sich an einander und zwar mit dem Hinterende. Es sind die hellen Stellen beider, welche sich berühren. Die Hüllhaut des einen verwächst mit der des andern, indem sich ein dünner Canal zwischen beiden bildet (Fig. 21). Bei der fortschreitenden Vereinigung der beiden Individuen verbinden sich die hellen Stellen (Fig. 22). Die Chlorophyllkörper bleiben getrennt. Ist die Vereinigung noch weiter fortgeschritten, so schwinden die Geisseln, die Hüllhaut wird abgestossen (Fig. 23) und der Protoplasmaschlauch umgiebt sich mit einer neuen Hülle (Fig. 24). Gewöhnlich

1) Cohn, Ferd., Die Entwicklungsgeschichte der Gattung Volvox. Breslau 1875.

Carter, On Fecundation in Eudorina and Cryptoglena. Annals of nat. history 1858, p. 237.

Ders., On Fecundation in the two Volvoces and their specific differences. Ebd. 1859, p. 439.

Pringsheim, N., Die Paarung von Schwärmsporen die morphologische Grundform der Zeugung im Pflanzenreich. Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, October 1869.

findet nun bald, noch während des ruhenden Zustandes, eine Zweitheilung statt. Die Hüllhaut der ruhenden Spore ist mit feinen Höckerchen versehen, wie man nach Behandlung mit Schwefelsäure sieht.

Pringsheim hat in der oben angeführten, auch noch in anderen Beziehungen inhaltreichen, Abhandlung das Gesetz aufgestellt, dass im Pflanzenreich die Befruchtung immer an einer von Körnchen oder Farbstoff freien Stelle des Eies erfolgt. Pringsheim hat das Vorkommen dieser farblosen Stelle — des Keimflecks — auch bei den höheren Cryptogamen und Phanerogamen nachgewiesen. Chlamidomonas folgt, wie man sieht, ebenfalls diesem Gesetz. Berührungsstelle braucht jedoch nach unserer Beobachtung nicht immer das Vorderende zu sein, wie Pringsheim annimmt. Es kommen vielmehr alle denkbaren Modificationen vor. Bei den Algen berühren sich meist die Vorderenden, hier die Hinterenden, bei den Gregarinen berührt das Hinterende des einen Exemplares das Vorderende des andern.

Ich habe mich früher [1]) sehr eingehend mit Polytoma uvella beschäftigt, welche zwar nicht identisch mit Ch. pulvisculus aber nahe verwandt ist. Käme bei Polytoma eine ähnliche Conjugation wie bei Chlamydomonas vor, so würde sie mir schon damals wohl kaum entgangen sein. Allein auch jetzt bei erneuter Untersuchung habe ich eine geschlechtliche Fortpflanzung von Polytoma nicht finden können. Es folgt daraus nicht, dass Polytoma keine geschlechtliche Fortpflanzung besitzt. Wohl aber sieht man, wie es unmöglich ist, eine Erscheinung, selbst von der Wichtigkeit, wie die Fortpflanzung von einem Thier auf ein so nahe verwandtes, zu übertragen.

1) Schneider, A., Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Müller's Archiv 1854, p. 191.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXI.

Fig. 1—10 Miliola von Föhr betreffend.

Fig. 1 verschiedene Stadien der Bildung der Geschlechtszellen. Fig. 2 Spermazellen. Fig. 3 Eizellen. Fig. 4 Bildung der Eizellen aus der Zeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung. Fig. 5 fertige Eizelle aus dieser Zeit. Fig. 6 Keimkugel. Fig. 7 der fettglänzende Körper ist verschwunden. Fig. 8 erste Stufe der Entwicklung, kuglige Kammer. Fig. 9 zweite Stufe der Entwicklung, Beginn der röhrenförmigen Kammer. Fig. 10 Copie nach Max Schultze, junge Miliola mit kugliger und weiter entwickelter röhrenförmiger Kammer.

Fig. 11—13 Miliola von Helgoland betreffend.

Fig. 11 Spermatozoen. Fig. 12 Ei. Fig. 13*a* junge Miliola in der Kapsel von vorn, *b* dieselbe von der Seite gesehen.

Fig. 14—17. Trichosphärium Sieboldii betreffend.

Fig. 14*a* u. 15 verschiedene Formen (Bewegungserscheinungen) des Trichosphärium. Fig. 14*b* die kugelförmigen Körper aus dem Innern. Fig. 16 Stück der Haut nach Auflösung der Haare mit den Oeffnungen und dem heraustretenden Protoplasmafortsatz, stärker vergrössert. Fig. 17. Kugelförmiger Zustand vor dem Absterben.

Fig. 18 Chlamydomonas radiosa, das Auge mit der Linse.

Fig. 19 » tumida

Fig. 20 » pulvisculus

Fig. 21—25 geschlechtliche Fortpflanzung von Chlamydomonas pulvisculus betreffend.

Fig. 21 die Hüllhäute verwachsen. Fig. 22 die hellen Flecke vereinigt. Fig. 23 die Hüllhaut der beweglichen Form abgestossen. Fig. 24 die Hüllhaut der ruhenden Spore gebildet. Fig. 25 die Hüllhaut der ruhenden Spore nach Einwirkung von Schwefelsäure die feinen Höcker zeigend.

Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarienstudien.

Von

Dr. Ludwig Graff,

Docenten der Zoologie an der Forstakademie Aschaffenburg.

I.

Meine im Jahre 1872 begonnenen Studien an Turbellarien, die seither ununterbrochen weiter geführt wurden, haben mir allmälig eine solche Fülle von Material an die Hand gegeben, dass ich nunmehr hoffen darf den ersten Band der Monographie binnen Jahresfrist abzuschliessen, falls mir die Möglichkeit geboten wird den für das laufende Jahr in Aussicht genommenen unerlässlichen Aufenthalt in Neapel und an den nordischen Küsten zu verwirklichen. Der ursprüngliche Plan einer blos anatomisch-entwicklungsgeschichtlichen Durcharbeitung erlitt eine bedeutende Erweiterung, aber auch unverhältnissmässige Verzögerung seiner Ausführung dadurch, dass sich mir allmälig die Ueberzeugung aufdrängte, es müsse vor Allem eine systematische Revision der Arten vorhergehen, soll nicht jede weitere Arbeit ein Schritt ins Blaue sein.

Denn keiner meiner Vorgänger, so Bedeutendes auch in anatomischer Beziehung von denselben geleistet worden, hatte sich die Mühe genommen, die Literatur gründlich durchzugehen und eine kritische Revision aller bisher aufgestellten Species vorzunehmen. Der einzige in dieser Richtung vorliegende Versuch, Diesing's »Revision der Turbellarien« ist wegen seiner gänzlichen Kritiklosigkeit, und weil er auch die Literatur nur sehr unvollständig aufzählt, unbrauchbar. Und so folgte ich nicht etwa einem Zuge meiner Neigung, sondern der blanken Nothwendigkeit, wenn ich das letzte Jahr fast ausschliesslich dieser ermüdenden literarischen Arbeit widmete. Zunächst wurde, historisch vorschreitend jede als neu in der Literatur erscheinende Art mit allen bis dahin vorliegenden Beschreibungen verglichen und das Resultat

dieser Vergleichung tabellarisch auszudrücken gesucht: meine Speciestabelle enthält für jeden Autor eine Vertikalcolonne und soviel Horizontalcolonnen als es beschriebene verschiedene Arten giebt. In einer solchen Horizontalreihe sieht man alle Synonyma nebeneinandergestellt, so dass ein Blick auf die Tabelle die ganze »Geschichte der Species« enthält. Das Resultat dieser Arbeit war eine beträchtliche Verminderung der Specieszahl, indem es sich für so manche Art herausstellte, dass sie ein halb dutzendmal und öfter als nova species beschrieben worden [1]). Nur selten bin ich in die unangenehme Lage gekommen, auf Grund der blossen Literaturangaben neue Arten zu statuiren, dagegen werde ich nach gewissenhaftester Erwägung in der Lage sein den Fachgenossen vorzuschlagen, eine grössere Anzahl von Namen einfach aus der Literatur zu löschen, indem die denselben zu Grunde liegenden lückenhaften Beschreibungen ein Wiedererkennen der Thiere ganz und gar unmöglich machen resp. auf eine ganze Reihe von Arten in gleicher Weise passen.

Auf dieser Grundlage bin ich jetzt im Stande, die begonnenen Untersuchungen weiter fort und dem Abschluss entgegen zu führen. Ich gedenke dieselben in der Weise zu publiciren, dass der I. Band die systematisch-anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Beschreibung aller Rhabdocoelen, der II. die aller Dendrocoelen und der III. Band die Darstellung der vergleichend-anatomischen Ergebnisse sowie das natürliche System der Turbellarien enthält.

Wie gross die Formenmannigfaltigkeit der Turbellarien ist und wie

1) Wer sich einen Begriff von dem unendlichen Chaos machen will, das hier zu bewältigen war, möge die Literatur über Planaria torva nachschlagen. Für diese kosmopolitische Art war namentlich die grosse Variabilität in der Farbe des Körpers (— schwarz, grau, weisslich, braun, schmutziggrün, gelb —), sowie in der Form des Vorderendes (— abgerundet, abgestutzt, in zwei Oehrchen ausgezogen —) verhängnissvoll. O. Schmidt suchte hier den Knoten zu durchhauen, indem er (diese Zeitschrift, Bd. XI) erklärte: »Man muss sich entschliessen, diesen grösstentheils unverwerthbaren Ballast über Bord zu werfen, und sich zu dem Grundsatze bekennen, dass Species in der Regel nur von da an für die Wissenschaft existiren, wo sie mit ausreichender Diagnose eingeführt worden sind.« Doch ist der Sinn dieses Satzes sehr dehnbar, da immer die Frage entstehen wird: wann ist eine Diagnose »ausreichend«? Verlangen wir von einer solchen blos, dass sie uns in den Stand setze, eine nova species von den bereits beschriebenen Arten unterscheiden zu können, dann wird eine Diagnose sehr bald »ausreichend« sein — soll uns dieselbe dagegen das Wiedererkennen einer Art unter allen in Zukunft noch zu beschreibenden novae species garantiren, dann werden den Ehrentitel »ausreichend« verhältnissmässig nur wenige, fast monographische Beschreibungen verdienen. Schmidt's Vorschlag wird daher immer nur die, selten anzuwendende, ultima ratio bleiben müssen.

gering im Verhältniss dazu der Theil der beschriebenen Formen, beweist am besten der Umstand, dass ich, ohne gerade auf neue Species zu fahnden, allein in Triest bei zweimaligem, zum Theil noch anderen Untersuchungen gewidmetem Aufenthalte 23 neue rhabdocoele und 8 neue dendrocoele — im süssen Wasser bei München, Aschaffenburg und Lundenburg (in Mähren) dagegen zusammen 15 neue rhabdocoele Formen aufgefunden habe.

Dazu kommen Herrn Prof. Semper's prächtige Abbildungen philippinischer Turbellarien (— allein 28 colorirte Blätter betr. Dendrocoela —) die mir derselbe gütigst zur Bearbeitung überlassen und eine Anzahl vortrefflich erhaltener tropischer Landplanarien, die ich Herrn Collegen H. N. Moseley verdanke, als werthvolle Bereicherungen meines Arbeitsmateriales.

Es sei mir gestattet, schon jetzt von dieser Stelle aus den genannten beiden Herren meinen tiefsten Dank auszusprechen und gleichzeitig an alle Fachgenossen und Vorstände zoologischer Sammlungen die Bitte zu richten, mir alles unter ihrer Aufsicht stehende Material an Turbellarien — sei es zur anatomischen Untersuchung, sei es blos zum Vergleiche — zukommen zu lassen. Ich verspreche dabei die Intentionen der Absender auf das genaueste zu respectiren. —

Anschliessend an diese Vorbemerkungen lasse ich zunächst folgen einige

Histologische Mittheilungen.

Wir kennen bisher nur sehr wenige Fälle von echten Nesselorganen bei Turbellarien. Es mag darum hier erwähnt sein, dass ich an einem Triester Stenostomum — das zu Ehren des Jubilars, dem diese Zeilen gewidmet sind, Sten. Sieboldii heissen möge — neben zahlreichen Stäbchenpacketen in der Haut auch echte Nesselkapseln mit vorschnellbarem Faden vorfand [1]). Dieselben glichen in Form und

[1]) Stenostomum Sieboldii nov. spec. Ich fand nur wenige, stets in Quertheilung begriffene Exemplare dieses Wurmes im August 1876 in Triest auf Ulven in der Nähe des Leuchtthurms. Dieselben waren $1^1/_2$—2 Mm. lang, farblos, nur der bräunliche Darm schimmerte durch. Der im Ganzen gleichweite Körper ist vorn abgerundet und trägt hier ein Stück von der Spitze entfernt jederseits eine Flimmergrube und hinter diesen die Mundöffnung. Der halbkugelförmige Schlundkopf sitzt mit ganzer Breite dem Darme auf, an der Uebergangsstelle mündet ein Kranz einzelliger, ziemlich lang gestielter Drüsen ein. Das Hinterende ist spatelförmig erweitert und trägt dicht gedrängt die weichen biegsamen, aber unbeweglichen Stacheln, die einzeln auch am ganzen übrigen Körper vorkommen. Als Einlagerungen der Haut finden sich neben den oben beschriebenen Nesselkapseln zahlreiche Packete von stäbchenförmigen Körpern. Dieselben sind 0,015 Mm. lang, an einem Ende etwas verdickt, an dem anderen in eine äusserst feine Spitze ausgezogen und

Grösse denen von Microstomum lineare Oe., doch war der Faden nur etwa $^1/_5$ so lang als hier und es fehlten die der genannten Art eigenthümlichen Widerhaken an der Basis des Fadens. Interessant war mir hierbei zu sehen, dass diese Nesselkapseln in gleicher Weise wie die stäbchenförmigen Körper in Zellen des Parenchyms entstehen, in denen ich sie meist zu 2—5 vereinigt antraf, während sie sich an der Oberfläche stets vereinzelt vorfanden. Es ist diese Art der Entstehung eine Stütze mehr für die bereits früher von mir ausgesprochene Ansicht (diese Zeitschr. Bd. XXIV u. XXV), dass Stäbchen und Nesselkapseln der Turbellarien homologe Gebilde seien.

Ganz anders fand ich die Nesselkapseln bei einer neuen Triester Dendrocoele, Stylochus tardus [1]), die der Stäbchen gänzlich entbehrte und dafür über und über mit Nesselkapseln dicht besetzt war. Diese sind hier sehr lang gestreckt, 0,04 Mm. lang und entsenden einen Faden von 0,15 Mm. Länge, dessen Basis in der Ausdehnung von 0,009 Mm. mit einer Spirale nach rückwärts gerichteter feiner kurzer Borsten besetzt ist.

In der ersten Beschreibung der Turbella Klostermanni von Messina musste ich die Natur der eigenthümlichen krümeligen Hauteinlage-

wurden niemals anders als in den birnförmigen Packeten vereinigt vorgefunden. Von Geschlechtsorganen ward nichts entdeckt.

1) Stylochus tardus nov. spec., so benannt wegen der äussersten Trägheit dieses Thieres, indem es sich ausschliesslich durch langsame Schwingungen seines kurzen Wimperkleides auf den Ulven kaum merklich fortbewegt, ohne dabei im geringsten seine Gestalt zu verändern. Diese gleicht vollkommen dem Stylochus palmula Quatrefagus (Ann. sc. nat. 3e sér. T. 4, pl. 4, fig. 1), nur dass der vordere Rand völlig gerundet ist. Auch die Stellung und Form der Tentakel ist die gleiche. Dagegen unterscheidet es sich durch Grösse, Farbe und Augenstellung. Die von mir in Triest nicht häufig gefundenen Exemplare hatten eine zimmetbraune Farbe, herrührend von verästelten, über die ganze Oberfläche zerstreuten Körnchenhaufen. Vom Rande her, unter der farblosen Hautschicht, markirten sich namentlich zahlreiche halbmondförmige Pigmentflecken, nach innen allmälig verstreichend. Die Augen bestanden jederseits zunächst aus 4, die Basis des warzenartigen 0,05 Mm. hohen Rückententakels im Viereck umstehenden Puncten. An die beiden inneren von diesen schlossen sich 4—6 weitere gleichgrosse Puncte, in einer mit der concaven Seite nach innen gerichteten schwachgekrümmten Linie nach vorwärts ziehend. Ausser diesen 8—10 grösseren Puncten jederseits reihen sich in diese Anordnung jederseits noch 2—6 kleine Pünctchen ein. Die grösste Länge der von mir beobachteten Exemplare betrug 2,6 Mm., die Breite in der Mitte ihrer Länge 0,54, und die Entfernung der beiden Rückententakel vom Vorderende 0,05 Mm. Da ich weder vom Geschlechtsapparate, noch vom Darmcanal etwas wahrnehmen konnte, so habe ich jedenfalls junge, unausgewachsene Individuen vor mir gehabt.

rungen zweifelhaft lassen. Erneute Untersuchung desselben Thieres in Triest hat ergeben, dass sich dieselben bei Zusatz schwacher Essigsäure unter Gasentwicklung auflösen, also aller Wahrscheinlichkeit nach aus kohlensaurem Kalk bestehen[1]) wie die Hauteinlagerungen der ebenfalls aus Triest stammenden Sidonia elegans M. SCHULTZE (Würzburger Phys.-med. Verh. Bd. IV).

Bemerkenswerth scheint mir auch der Nachweis von Chitinbildungen in der Haut der Turbellarien. Als solche erwiesen sich nämlich die mächtigen bis $1/4$ Mm. langen Stacheln in der Haut einer Triester Dendrocoele, die sich schon dadurch auf den ersten Blick von allen anderen Meeresdendrocoelen unterscheidet. Sie wird höchstens $2 1/2$ Cm. lang bei einer Dicke von etwas über $1/2$ Mm. und ovalem Körperumriss. Blos das Vorderende des schmutzig gelbbraunen Körpers ist etwas verschmälert. Der ganze Rand des Körpers, mit Ausnahme des Vorderendes ist nun mit einer grossen Anzahl (über 100) brauner Stacheln von der Form der Rosenstacheln besetzt. Man sieht dieselben schon mit freiem Auge als braune Punctreihe. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man, dass sie aus einer etwas verbreiterten Basis und einer schmäleren hohlen Spitze bestehen und aus concentrischen Schichten sich aufbauen. Ihre Bildung geschieht von kleinen Hautpapillen aus, denen sie anfangs als farblose dünne Kappe aufsitzen. Mit zunehmender Grösse erhalten sie erst die basale Verbreiterung, braune Farbe, geschichtete Structur und grosse Härte. Die grössten lösen sich bei Berührung, Druck etc. leicht ab.

Vom Hautmuskelschlauch, der bald unmittelbar unter die Epithelzellen zu liegen kommt, bald von diesen durch eine Lage feinster Bindesubstanzfasern getrennt ist, nimmt man bisher an, dass seine Faserlagen stets continuirliche seien. Im Gegensatze dazu habe ich bei mehreren Rhabdocoelen des süssen und salzigen Wassers die eigenthümliche Erscheinung beobachtet, dass die Längsfasern statt in gleichmässiger Schicht ausgebreitet zu sein, sich zu Längsbändern gruppiren, zwischen denen mehr oder weniger breite, der Längsfasern entbehrende Zwischenräume übrig bleiben. Diese Structur fällt namentlich überall da leicht auf, wo — wie bei Opistomum striatum n. sp.

1) Ausserdem fand ich, dass diese Kalkkörper in der von mir s. Z. gegebenen Skizze verhältnissmässig um die Hälfte kleiner und viel dichter gezeichnet sein müssen. Die Augen fand ich alle vier mit lichtbrechenden Apparaten versehen und das Ovarium jederseits viel weiter nach vorn sich erstreckend. Der von mir damals erwähnte »helle Hof« um den Hakenkranz ist eine mit diesem in Verbindung stehende muskulöse, contractile Blase. Unter dieser fand sich ein grosser ovaler Spermatozoenbehälter, über dessen Natur ich einstweilen weiter nichts angeben kann.

aus Triest [1]) — damit eine ungleichmässige Vertheilung der stäbchenförmigen Körper Hand in Hand geht, indem diese letzteren ausschliesslich die Räume zwischen den Längsmuskelbändern reihenweise besetzen. —

Besondere Aufmerksamkeit habe ich der Bildung des Coeloms gewidmet und bin in dieser Hinsicht zu einigen, wie mir scheint, nicht unwichtigen Resultaten gelangt. Vor Allem ist es mir durch Untersuchung der Schizoprora venenosa Schmidt [2]) gelungen, Ulianin's An-

1) Opistomum striatum nov. spec. Diese Art ist sehr häufig in Triest, wo ich sie im October 1875 vorfand. Ihre Länge beträgt etwa 1 Mm., vorn ist sie gleichmässig abgerundet, hinten allmälig zugespitzt. Aeusserlich betrachtet erscheint sie röthlich-gelb mit hellen Rändern. Der Darm ist nämlich gelblich gefärbt und die Pigmentirung des Körpers ein netzartig verbreitetes Carminroth, das nur den Schwanz, die Seitenränder und den Raum zu Seiten der Augen frei lässt. Am dichtesten ist das Pigment zwischen und vor den Augen. Diese sitzen den Seitenrändern eines parallelogrammatisch ausgezogenen Gehirns auf und bestehen aus einem kleineren vorderen und einem etwas weiter auseinanderliegenden grösseren hinteren Paare. Jedes Auge ist mit einer Linse versehen. Das Gehirn entsendet aus jeder der vier Ecken 3 Nerven; das hinterste Nervenpaar ist das stärkste und stellt die Längsstämme dar.

Das gestreifte Aussehen rührt von der bereits erwähnten ungleichmässigen Vertheilung der Längsmuskeln her, die sich in Gruppen von 4—6 Fasern anordnen. In dem dadurch frei werdenden Raume reihen sich dann die Stäbchen auf, zu 1—4 beisammen und ein wenig über die Oberfläche der Haut hervorragend. Merkwürdig ist die geringe Grösse der Stäbchen (0,0038 Mm.) und die Dichtigkeit, Feinheit und Länge der Flimmerhaare. Diese übertreffen in ihrer Länge (0,02 Mm.) die Höhe der Epithelzellen (0,006 Mm.) um mehr als das Dreifache.

Der tonnenförmige, mit gezacktem Rande versehene Schlund ist hinter der Mitte angebracht und mit der Mündung nach rückwärts gerichtet. An der Stelle, wo er mit dem Darme in Verbindung steht, münden etwa 40 einzellige Drüsen, jede mit deutlichem, runden, hellen Kern und sehr langem, feinen Ausführungsgang. Sie gruppiren sich in zwei Partien jederseits des Schlundes und sind jedenfalls die stärkst entwickelten »Speicheldrüsen«, die man bisher von Turbellarien kennt.

Vom Geschlechtsapparat kenne ich blos die männlichen Organe: den flaschenförmigen muskulösen, hinter dem Schlunde gelegenen Penis, den dünnen Ausführungsgang nach hinten gerichtet und in den kugligen vorderen Abschnitt von oben her die beiden Vasa deferens dicht nebeneinander aufnehmend. Diese sind sehr muskulös und erweitern sich jederseits zu einer länglichen Samenblase. Hodenbläschen habe ich namentlich vor und neben dem Gehirne in grosser Anzahl vorgefunden — dieselben scheinen hier ähnlich wie bei Dendrocoelen im ganzen Körper zerstreut zu sein. Die reifen Spermatozoen sind hier 0,15 Mm. lange, an beiden Enden gleichmässig zugespitzte Fäden.

Ueber die Bindesubstanz dieser Art sei bemerkt, dass dieselbe sich durch Bildung breiter anastomosirender Platten, sowie die Kleinheit der in den Lücken liegenden Rundzellen (meist von 0,0076 Mm. Durchmesser) auszeichnet.

2) Was die Geschlechtsverhältnisse dieser Art betrifft, so bemerke ich, dass

gaben (s. LEUCKART's Bericht, Arch. f. Nat. 1871) zu bestätigen, dass wir innerhalb der Gruppe der Turbellarien gänzlich darmlose Formen besitzen (Acoela ULIANIN's), bei denen also die Nahrung durch eine kleine Hautspalte eintritt, um in einer vacuolenreichen, von Fetttröpfchen durchsetzten weichen Marksubstanz gleichwie bei Infusorien herumgetrieben zu werden. In dieser Marksubstanz bemerkte ich bei der genannten Art lebhafte Strömungen und ebenso zeigten einzelne Stücke derselben nach Zerreissung des Thieres deutliche amöboide Bewegungen. Die Turbellarien erscheinen dadurch den Infusorien wesentlich näher gerückt.

Für die überwiegende Mehrzahl der Rhabdocoelen bleibt jedoch das Vorhandensein discreter Darmwandungen characteristisch und hier kommt es dann auch zur Ausbildung eines Coeloms, indem den Raum zwischen Darm und Leibeswand eine lückenreiche Bindesubstanz erfüllt. Das verästelte, netzartig anastomosirende Balkenwerk derselben ist bald dick, mit der Neigung breite, zusammenhängende Platten zu bilden, bald spärlich und dünn, so dass sich alle Uebergänge von scheinbaren Acoelomiern zu unzweifelhaften Coelomaten innerhalb dieser darmführenden Formengruppe (Coelati ULIANIN's) vorfinden. In den Lücken des Maschenwerks finden sich meistens rundliche Zellen mit deutlichen Kernen: bald durch ihre Zahl und Grösse fast das ganze Lückensystem erfüllend, bald von geringer Grösse und spärlich in der perienterischen Flüssigkeit schwimmend oder an den Balken haftend. In diese letzteren sind jedoch daneben ebenfalls noch Kerne eingebettet, oft in so grosser Zahl, dass fast jeder Kreuzungspunct mit einem solchen versehen ist. Die freien Zellen der Bindesubstanz sind in mehrfacher Hinsicht interessant. Zunächst sind sie, namentlich die kleineren, der Haut zunächst liegenden, Träger von Fetttröpfchen und unterscheiden sich dann in Bezug auf ihre Form in nichts von den Fettzellen der Wirbelthiere. Dann enthalten sie in der Regel Tropfen einer, meist gelben oder röthlichen, selten ins Grüne spielenden wäs-

das, was ULIANIN (Tab. I, Fig. 7 *f*) als »Samenblase« bezeichnet, nicht so genannt werden darf, indem eine besondere kugelige Samenblase etwas davor gelegen ist und von oben her in den Penis einmündet. Die accessorischen Drüsen, mit welchen die innere Wand dieses letzteren ganz ausgekleidet ist und deren vordere Abschnitte ULIANIN auch richtig (*h*) bezeichnet, liegen eben zum grössten Theile in diesem Abschnitt *f*, steigen dann feiner werdend die Wand des Penis herunter, um im Umkreise seiner Mündung sich zu öffnen. Vom Penis aus steigt ein flimmernder Canal (den schon O. SCHMIDT erwähnte) zum Hinderende und nimmt auf seinem Wege die Ausführungsgänge der beiden, jederseits der Samenblase gelegenen Ovarien auf — eine unter den Turbellarien ganz vereinzelt dastehende Art der Geschlechtsorganisation.

serigen Flüssigkeit. In dieser Farbstofflösung schwimmen oft noch (siehe z. B. bei Vortex viridis M. Sch.) runde gefärbte Körperchen in Masse. Körperchen und Flüssigkeit sind identisch mit den gleichen, die perienterische Flüssigkeit zusammensetzenden Elementen, so dass es mir darnach unzweifelhaft erscheint, dass diese letztere aus jenen Bindesubstanzzellen ihren Ursprung nimmt. Es wird dies auch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass man, ähnlich wie bei Fettzellen, alle Uebergänge findet von noch normalen Zellformen mit einem oder zwei Tröpfchen intracellulärer Flüssigkeit bis zu solchen, die (oft auf das 4—5fache des gewöhnlichen Umfanges ausgedehnt) eine grosse, von ganz dünner Plasmaschicht überzogene Flüssigkeitsmasse darstellen, die an einer Seite den beiseite gedrängten und vom Reste der Plasmamasse umgebenen Kern als blosses Anhängsel trägt. Solche Zellen verändern dann bei jeglicher Körperbewegung ihre Form und scheinen jeden Augenblick platzen und ihren Inhalt in das Coelom ergiessen zu sollen. —

Die Farbe der perienterischen Flüssigkeit hat Einfluss auf die äusserlich wahrnehmbare Färbung des Thieres, ja bestimmt dieselbe sogar in allen jenen Fällen, in welchen andere Pigmente nicht vorhanden sind. Dahin gehört die von M. Schultze (Beiträge p. 16) namhaft gemachte »gleichmässige« Färbung, die dann zu Stande kommt, wenn die farblosen Bindesubstanzzellen genügend Raum für die ungehinderte Vertheilung der gefärbten perienterischen Flüssigkeit gewähren, während im anderen Falle, wenn dieselben so zahlreich sind, dass sie zum grossen Theile das Maschenwerk erfüllen, die »unregelmässige« (besser: marmorirte) Färbung zu Stande kommt. Meistens wird jedoch die Hauptfarbe des Thieres durch besondere, in Körnchenform in die Bindesubstanz eingelagerte Pigmente bedingt. So besonders bei der netzförmigen oder reticulären Pigmentirung, die zuerst durch O. Schmidt bei Meeresrhabdocoelen aufgefunden wurde. Zum Studium dieser äusserst characteristischen Art der Färbung eignet sich vorzüglich das auch in Triest vorkommende Vorticeros pulchellum O. Schm.[1]). Man sieht nämlich an diesem Thiere, dass die carminrothen, zu einem äusserst zierlichen Netzwerk angeordneten Pigmentkörnchen in den Balken der Bindesubstanz reihenweise liegen und nur an den Kreuzungspuncten in grösserer Zahl beisammen vorkommen. Dadurch wird die Erscheinung hervorgerufen, dass sich das scheinbar in der

1) Die Augen dieser Art sind ebenfalls mit lichtbrechenden Medien versehen und sitzen einem deutlich zweilappigen Gehirne auf. »Speicheldrüsen« finden sich ähnlich wie bei Opistomum striatum n. sp.

Haut gelegene Pigmentnetz in beständiger, von den Contractionen des Körpers und dadurch bedingter Zerrung der Bindesubstanz abhängiger Bewegung befindet. Ueberhaupt ist hervorzuheben, dass die Pigmentirung der Turbellarien stets in der Bindesubstanz ihren Sitz hat und ich muss mit M. SCHULTZE gegen spätere anderweitige Angaben betonen, dass die Haut (= das Epithel) selbst *stets farblos* bleibt. —

OERSTED spricht als 8. Punct seiner »allgemeinen Resultate« (Entwurf pag. VIII) den Satz aus: »Die Spermatozoen zeigen so grossen Unterschied, dass sie als Charactere der Arten dienen können«. Trotzdem haben spätere Beobachter der Untersuchung der Samenelemente keine dem entsprechende Aufmerksamkeit gewidmet, in der Meinung, OERSTED sei durch unreife Entwicklungsstadien getäuscht worden. Das beste Mittel, dieser Gefahr zu entgehen, bleibt die Untersuchung der Spermatozoen aus der Bursa copulatrix oder dem Receptaculum seminis, wo ein solches vorhanden ist. Auf diesem Wege bin ich zu meiner eigenen Ueberraschung dahin gekommen, OERSTED's Satz vollinhaltlich bestätigen zu können, so weit er die Rhabdocoelen betrifft. Die Dendrocoelen zeigen, wie in allen übrigen Verhältnissen, so auch in diesem Puncte mehr Gleichförmigkeit. Ein Eingehen in detaillirte Beschreibung der mitunter höchst sonderbaren Spermatozoenformen ist hier nicht beabsichtigt — es genüge dieser allgemeine Hinweis um darzuthun, dass dieselben um so mehr Werth für die Characterisirung der Species besitzen, als sie in der Regel unschwer constatirt werden können.

Aschaffenburg, am 13. Januar 1878.

Ueber Formen und Bedeutung der organischen Muskelzellen.

Von

Walther Flemming

in Kiel.

Mit Tafel XXII.

Bevor KÖLLIKER die Zellenelemente der organischen Muskulatur entdeckte und im ersten Bande dieser Zeitschrift ihre erste genaue Beschreibung niederlegte[1]), galt bekanntlich jene Muskulatur für »zusammenziehungsfähiges Bindegewebe«. Es kommt öfter vor, dass lange verschollene Gedanken und Ansichten später einmal in geänderter Form eine Auferstehung erleben dürfen. Das Folgende kann vielleicht beitragen, zu einem solchen Schicksal auch dem contractilen Bindegewebe zu verhelfen.

Dass die einkernigen Muskelzellen[2]) in besonders enger Verwandtschaft zu Bindesubstanzzellen stehen, dieser Gedanke mag wohl für manchen Histiologen gelten und gegolten haben, da die organische Muskulatur ohne Zweifel localisirt aus Elementen des Mesoderms entstehen muss. Dasselbe lässt sich sagen für die animale Muskulatur. Aber darum besteht doch zwischen den Muskelzellen und -Fasern einerseits, und den Bindesubstanzzellen andererseits, morpholo-

1) A. KÖLLIKER, Mittheilungen der naturforsch. Gesellschaft in Zürich, 1847, und: Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 1849, p. 48.

2) Bei den bekannten Unzweckmässigkeiten, welche alle andern Namen und Eintheilungen der Muskelgewebe an sich tragen, möchte es sich sehr empfehlen, dass die Unterscheidung in »einkernige und vielkernige Muskelzellen«, welche KÖLLIKER vor längerer Zeit aufgestellt hat (Handb. d. Gewebelehre 1863, p. 97), wieder zu allgemeiner Geltung gebracht würde.

gisch eine bisher unverwischte, und fast allgemein anerkannte Grenze. Einen bestimmt formulirten Versuch zu ihrer Ueberschreitung finde ich bei Frey[3] in dem Satz ausgesprochen: »Im Uebrigen ist es unmöglich, zwischen den Spindelzellen des Bindegewebes, welchen ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen ja zukommt, und den Elementen der glatten Muskulatur eine überall sichere Grenze zu ziehen«. So sehr ich aber nach dem Folgenden das Wesen dieses Satzes anerkennen muss, so liegt doch eine thatsächliche Begründung desselben in der bisherigen Literatur meines Wissens nicht vor, und erscheint durch die neueren Kenntnisse vom Bindegewebe sogar erschwert; denn wirklich spindelförmige Bindegewebszellen, — in welchen, wie es auch Frey's Worte andeuten, das beste und nächstliegende Vermittlungsglied sich suchen liesse — sind im Gewebe des erwachsenen Wirbelthiers kaum erwiesen, wenn man von ganz einzelnen Orten und von pathologischen Zuständen absieht. — Es scheint mir demnach angebracht, hier den Nachweis von Vermittlungsformen zwischen beiderlei Zellenarten zu führen, Vermittlungsformen, die aber nicht in der Richtung nach der Spindelzelle, sondern nach der Sternzelle hin liegen.

Die meisten Beschreibungen der einkernigen Muskelzelle schildern dieselbe mit gutem Grund als spindelförmig; doch ist das Vorkommen mehrfach verästelter Muskelzellen schon verschiedentlich, und zwar auch für das Object, das hier behandelt wird, die Harnblase, erwähnt worden; so von Beale[4], von Klebs[5], welcher von jenem Orte dreifach verästelte Muskelfasern beschreibt, von J. Arnold[6], der die Existenz

3) H. Frey, Handbuch der Histologie und Histochemie 1874, p. 289.

4) In »Bioplasm«, London 1872, Art. Unstriped muscle, p. 219, beschreibt Beale neben spindelförmigen auch mehrfach verästelte Muskelzellen aus der Froschblase. Die Enden der ersteren lässt er in je einen Sehnenfaden (tendineous thread) übergehen, »which is inserted into, and is indeed continuous with, the connective tissue.« Es handelt sich bei jenen verästelten Zellenformen offenbar um dieselben Dinge, von denen hier die Rede ist. Ein Verhalten der Ausläufer, wie es Beale beschreibt, kann ich jedoch nicht constatiren, ich finde in der Blasenwand bei Rana und Salamandra nur äusserst feine und dicht gekreuzt laufende Bindegewebsbündel und muss alle gestreckt laufenden Fasern für muskulös halten. — Die folgenden Sätze Beale's zeigen, dass er u. A. an eine Umbildungsfähigkeit des Muskelgewebes in Bindegewebe denkt: »If the bladder be examined at different ages, the mode of growth will be understood, and in the bladder that has grown old it will be found that many of the cells have degenerated into connective tissue. In the adult bladder even, young muscular fibre cells may be found, and the conversion of the contractile material into fibrous tissue demonstrated.«

5) E. Klebs, Die Nerven der organischen Muskulatur. Virchow's Arch. Bd. 32. 1865, p. 174.

6) J. Arnold, Gewebe der organischen Muskeln. Stricker's Handbuch, p. 137.

von Muskelfasern mit gegabelten Enden notirt und solche aus einer pleuritischen Schwarte abbildet. An kleinen Lymphgefässen des Säugethiers habe ich gefunden [7], dass die eben beginnende Tunica media zum grossen Theil verästelte Zellen zeigt, welche ich, damals allerdings nur vermuthungsweise, als Muskelfasern ansprach. An anderem Orte [8] gab ich bereits einen kurzen Hinweis auf das Vorkommen sehr vielfach verästelter Muskelzellen in der Amphibienharnblase.

Einen vollen und sicheren Einblick in die höchst bizarren Formen, welche diese Muskelzellen zum Theil besitzen, bekommt man erst nach Wegpinselung des Epithels und Endothels der Blasenwand, am besten nach Aufspritzung und Härtung der Blase durch Kalibichromat von 1 oder mehr Proc., Färbung mit Hämatoxylin, Eosin oder Anilin und Untersuchung in Glycerin, noch besser in Wasser. Etwas weniger schön ist auch an der lebenden Blase, und nach anderer Behandlung (Alkohol, Osmium, Chromsäure, Pikrinsäure, Gold) zu sehen, was hier beschrieben werden soll.

Die gröberen Muskelbündel der Blasenwand formen in derselben, wie bekannt ist, ein mit blossem Auge sichtbares Netz mit eckigen Maschen, und werden von den Blutgefässen begleitet. Feinere Bündel und einzelne Fasern ziehen über die Maschen hinweg (vergl. hierfür Fig. 1). Der Uebersichtlichkeit wegen will ich bei ihrer Beschreibung vier Kategorien von Muskelzellen unterscheiden, die aber alle durch Uebergangsformen unter einander verbunden sind:

1. Lang-spindelförmige Fasern der gewöhnlichen Art. Diese constituiren die gröberen und feineren Bündel, hier und da zweigen sich auch einzelne von ihnen frei, mit geschwungenem Verlauf, über die Maschen hin (Fig. 1, 2, 3 *b*).

2. Dreifach verästelte Fasern, entweder vom Kern aus, oder doch meist von seiner Nähe, in drei Ausläufer auseinandergehend. Sie finden sich zuweilen (wie es Arnold beschreibt) an Verzweigungsstellen gröberer oder feinerer Bündel, und so gelagert, dass ihr Kern dieser Verzweigungsstelle entspricht; öfter aber einzeln über die Maschen laufend (Fig. 1 an mehreren Stellen, Fig. 3 *a*, 4 *a*). Der Kern ist öfter rundlich, elliptisch oder dreieckig, als stäbchenförmig.

3. Vieltheilige, mit vier bis acht und mehr Ausläufern, welche bald alle vom Kern oder von seiner Nähe, bald als secundäre von wenigen primären Aesten ausgehen (Fig. 3 *c*, 4 *b*, 5 *a*, *b*).

Bemerkenswerth dürfte sein, dass viele — nicht alle — Muskel-

7) Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12, p. 509 ff.

8) Ebenda Bd. 13, p. 714.

fasern der erwähnten drei Sorten auf eine Strecke weit vom Kern wie hohl erscheinen: die contractile Substanz, die stärker lichtbrechend und durch die Tinctionsmittel gefärbt ist, bildet an ihnen einen oft nur dünnen Kegelmantel um eine helle, mit centralen Körnungen versehene Achsensubstanz, die das Kernende zur Basis hat und mit ihrer Spitze oft weit gegen das Ende der Faser vordringt (Fig. 7, auch 3 bei *a'*). Offenbar hat man es mit jener axialen Substanz zu thun, welche an den Fasern länger bekannt (Klebs, Frankenhäuser, Wagener, s. bei Arnold), von Schwalbe [9]) genauer studirt ist: doch sie erscheint hier in ganz besonderer Mächtigkeit.

Bis hierher handelt es sich in den Zellenformen nur um ein morphologisches Curiosum; sie sind klare und deutliche Muskelzellen, sie und ihre Ausläufer durchaus von ein und demselben, starken Lichtbrechungsvermögen und der entsprechenden Tingirbarkeit, und dabei von geradem, oder regelmässig geschwungenem Verlauf, ohne plötzliche Knickungen. Nicht so bleibt das bei der Kategorie

4., die ich Uebergangszellen nennen will. Während ein Theil von ihnen noch durchaus in Lichtbrechungsvermögen, Tinctionsfarbe und regelmässigem, ungeknicktem Verlauf den Fasern unter 1, 2 u. 3 gleicht, gehen andere darin in allen denkbaren Abstufungen herab, und nähern sich damit wiederum, in allen möglichen Uebergängen, den verästelten Bindesubstanzzellen, welche in reichen Verzweigungen sich durch die Blasenwand ziehen. Besser als eine längere Beschreibung wird ein Verweis auf die Abbildungen (Fig. 1 unten, 2 *a*, *b*, *c*, 5) dienen, welche nur eine Auswahl von hunderten ähnlicher Bilder geben, und in welchen durch die Schattirung und die Markirung der Randcontoure der Eindruck der Uebergänge, wie sie sich finden, anschaulich gemacht ist. In einem Quadratmillimeter Blasenwand kann man oft auf eine ganze Menge Zellen stossen, bei denen die Diagnose: ob Muskelzelle, ob Bindesubstanzzelle — durchaus precär und hoffnungslos, und das Urtheil: dass sie Beides sind, als die einzig offene Zuflucht erscheint, wenn man nur eben die zahlreichen überleitenden Bilder, die sich rings umher bieten, gebührend mit in Betracht zieht.

Die Enden dieser Uebergangsfasern verhalten sich ebenso, wie die sämmtlicher Fasern der Gruppe 2 und 3, welche frei ziehen und nicht zugespitzt im Lauf eines Bündels endigen. Diese Enden legen sich nämlich, spitz oder plattenförmig verbreitert, entweder an die Wand eines Blutgefässes (Fig. 4, 3 *a*, 1 an mehr. Stellen), oder an eine

9) G. Schwalbe, Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskelfasern. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 4, 1868, p. 392. — Dann auch bei Arnold beschrieben, l. c.

andere Muskelfaser an (Fig. 2. 5), oder drittens, sie laufen ganz frei in der Bindesubstanz einer Masche aus (Fig. 3 *b*, *c*, 5, 2); und zwar im letzten Fall entweder einzeln zugespitzt (Fig. 3 *c*), oder mit mehrfachen Endspitzchen und öfter vorher verbreitert (Fig. 2 *b*, 3 *b*). Enden der letzteren Art sind schon von Klebs (l. c. p. 175, Fig. 3) sehr getreu dargestellt worden. Es finden sich Muskelzellen, und zwar sowohl aus der Gruppe 2, als 3, als 4, welche an ihren sämmtlichen Ausläufern nur diese dritte freie Form der Endigung aufweisen, Muskelzellen also, welche isolirt, ohne Lagerungsanschluss an andere, ins Bindegewebe eingeschaltet sind. Zuweilen verstreichen die Endausläufer direct in den Körper einer Bindegewebszelle hinein (Fig. 3 *d*).

Ueber die Bindesubstanz und ihre Zellen soll hier nur so viel gesagt werden, als für den Gegenstand erforderlich ist. Es ist ein fein fibrilläres Bindegewebe mit gekreuzter Bündelrichtung, dessen Zellenkerne in ziemlich grossen Abständen — wie es die Tafel zeigt — gelagert sind. Das Endothel ist an den Objecten entfernt, alle im Bindegewebe gezeichneten Kerne entsprechen fixen Zellen, abgesehen von vereinzelten Wanderzellen und freien Kernen[10]), (siehe Fig. 2 *l*). An die fixen Kerne schliessen sich verästelte Zellenleiber, und deren Ausläufer gehen in ein reiches, dichtes, regelmässiges Netz mit verbreiterten Knotenpuncten über, das sich überall durch die Membran ausbreitet und, abgesehen davon, dass parallele Ausläuferrichtungen fehlen, ganz an die Goldbilder der Cornea erinnert (Fig. 1, 2 u. a.).

Vergleicht man ein Goldpräparat der Blase, in welchem nicht blos die Nerven gefärbt sind, so zeigt sich an diesem ganz dieselbe Form des Ausläufernetzes wie am Chrompräparat.

Bei dem heutigen Stande der Frage nach den Formen der Bindesubstanzzellen in festeren Geweben — ich brauche nur auf die Controversen bezüglich der Hornhaut zu verweisen — darf man ohne weitere Prüfung wohl noch nicht dieses ganze Netz für sternförmige Zellen hinnehmen; man wird noch die Möglichkeit anerkennen müssen, dass entweder die verästelten Figuren Plasmatheile der Zellen sind, die auf einer, ausserdem noch vorhandenen Platte auflagern; oder andererseits, dass gar nicht das ganze Ausläufernetz Zellsubstanz, sondern dass die feineren Zweige Gerinnungen in den Gewebsspalten, oder gefärbte Kittsubstanz sein können. Denn es ist nicht abzusehen,

10) Es finden sich unzweifelhafte freie Kerne, d. h. Leucocyten, die nur aus einem Kern bestehen, Formen, die kürzlich von Stricker eingehend studirt und beschrieben sind (Wien. Sitzungsb. 7. Juni 1877). Figur 2 *l'* zeigt eine solche »Zelle«, die eben noch einige Spuren von Plasma besitzt; auch wo dies fehlt, sind die freien Kerne von den fixen durch ihre unregelmässige Form zu unterscheiden.

warum derartige Dinge nicht ebenso gut durch Hämatoxylin, wie z. B. durch Goldimprägnation sollten gefärbt werden können. Die Entscheidung über diesen Punct soll an diesem Orte nicht versucht, sondern nur constatirt werden, dass man auf alle Fälle, wie es in diesem Aufsatz geschieht, von verästelten Bindegewebszellen oder Plasmakörpern in der Blasenwand reden kann. Denn mindestens ein Theil der verästelten Figur, die dem Territorium je eines Kerns angehört, muss jedenfalls Zellenleib sein, weil die Substanz, die unmittelbar an den Kern grenzt, mit derjenigen, welche die nächsten gröberen Ausläufer bildet, in zu vollkommner Continuität und Gleichartigkeit ist, als dass man hier irgendwo eine Grenze annehmen könnte, wo die Zelle aufhörte. Fig. 6, in der eine stark vergrösserte Bindesubstanzzelle mit Blauholzfärbung mehr im Detail gezeichnet ist, kann dies einigermassen versinnlichen. Erst bei den feineren Ausläufern kann man zweifeln, ob eine wirkliche Fortsetzung des Zellenleibes vorliegt, so wahrscheinlich auch dies nach den Bildern aussieht.

Wer die Amphibienblase nicht aus eigener Anschauung kennt, könnte wohl aus den Abbildungen den Verdacht fassen, dass die Dinge, die ich hier als verästelte Muskelzellen und Uebergangszellen beschreibe, vielleicht nervöse Elemente seien, Ganglienzellen und kernhaltige Nervenverästelungen. Ich habe deshalb noch Rechenschaft dafür zu geben, dass an etwas Derartiges nicht zu denken ist; es wird völlig ausgeschlossen durch Goldpräparate der Blase mit scharfer Nervenfärbung, wie sie mir zahlreich vorliegen. An ihnen ist der Verlauf der Nerven überall ein solcher, wie er im Grossen schon von Klebs (l. c.) erkannt, und im Genaueren, bezüglich der Muskelnervenendigung, durch Löwit[11]) festgestellt und jetzt durch Gscheidlen[12]) bestätigt wurde; also ein ganz anderer, wie der der betreffenden Zellenverästelungen, die auch ausserdem durch Gold nicht gedunkelt werden, sondern sich gegen dasselbe gerade so wie die gewöhnlichen spindelförmigen Muskeln, nämlich indifferent verhalten. Man kann übrigens auch an gutgefärbten Hämatoxylinpräparaten einen guten Theil der Nerven, zum Theil bis in die feinsten Verästelungen, verfolgen (einige etwas gröbere in Fig. 1, 2 u. 5 bei *n* mitgezeichnet), und so am selben Object überblicken, dass dieselben nach Verlauf und Wesen von den in Rede stehenden Zellen durchaus verschieden sind. Der Verlauf der Nerven ist leicht wellig, öfter geknickt, nie in ganz regelmässigen Curven ge-

11) Löwit, Die Nerven der glatten Muskulatur. Sitzungsb. d. math. nat. Cl. der Kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 71, Abth. 3, 1875.

12) Richard Gscheidlen, Beiträge zur Lehre von der Nervenendigung in den glatten Muskelfasern. Arch f. mikr. Anat. Bd. 14. 1877, p. 321.

schwungen; sie sind schwächer lichtbrechend wie die Muskelausläufer. — Man sieht dabei auch, dass Nervenfäserchen letzter Ordnung sich den verästelten Muskel- und Uebergangszellen auf eine Strecke weit anlagern (Fig. 5 *n*); doch wäre dies an sich kein Beweis für die musculöse Natur dieser Zellen, da die Nerven bei ihrem Verlauf auch Bindesubstanzzellen ganz ebenso passiren müssen.

Die gegebene Beschreibung bezieht sich zunächst auf die Blase von Salamandra maculata. Bei Rana sind die Verhältnisse im Wesentlichen nicht anders, aber die Uebergangszellen relativ spärlicher und die einzeln verlaufenden, spindelförmigen und verästelten Muskelfasern im Vergleich zu Salamandra sehr massenhaft, so dass das Suchen in diesem Gewirr schwerer wird und es sich erklärt, weswegen den Untersuchern der Froschblase dort die Uebergangsformen bisher nicht aufgefallen sind.

Es wäre noch zu fragen, ob diese verästelten Muskelzellen nicht blos eine der Amphibienblase zukommende Eigenheit seien. Diese Frage muss, mit Rücksicht auf den Befund auch an Lymphgefässen des Säugethiers und andren Orten (Anm. [6], [7]), verneint werden. Es ist auch sehr wohl denkbar, dass Uebergangszellen der beschriebenen Art noch an vielen Stellen vorkommen mögen, wo organische Muskulatur liegt; allerdings nicht in den dichteren Massen der Darmmuscularis und a. a. O., wo die Isolation die Spindelform sämmtlicher Zellen klar genug zeigt; aber wohl an solchen Orten, wo die Muskelzüge mehr locker in's Bindegewebe geflochten liegen, wie in den Binnenmuskeln des Auges, den muskelhaltigen Stellen der Haut u. a. m. Bedenkt man, dass diese Dinge auch in der zarten Blasenwand erst nach Wegnahme der Deckzellenschichten und nach geeigneter Färbung sicherzustellen waren, so scheint es möglich, dass sie an anderen, für die Beobachtung ungünstigeren Orten bis jetzt entgangen sind und vielleicht noch lange ungesehen bleiben mögen, obschon sie dort existiren.

Der Gedanke kann nahe stehen, dass bei den vorliegenden Objecten ein Process der E n t w i c k l u n g von Muskelzellen aus Bindesubstanzzellen vorliege. Zu einer solchen Vermuthung veranlasste mich früher der citirte Befund an Lymphgefässen (Anm. [7]). Sie lässt sich aber für die Harnblase nicht durchführen; denn die zahlreichen Blasen, an denen die hier beschriebenen Befunde gemacht sind, stammen fast durchweg von e r w a c h s e n e n T h i e r e n, theils frisch gefangenen, theils länger aufbewahrten; die Uebergangszellen finden sich, mit geringen Schwankungen in der Menge, bei einem wie beim anderen Thier, sie waren bei einigen jungen Salamandern, die ich untersuchte, nicht in grösserer Zahl zu finden, es liegt also danach der Schluss am

nächsten, dass es sich bei diesen Zellenformen nicht blos um temporäre Wachsthumsvorgänge, sondern um bleibende Zustände handelt.

Dass aber eine nachträgliche Neubildung von Muskelgewebe auf Kosten von Bindegewebszellen in pathologischen Fällen erfolgen mag, wird durch diesen Befund nahe genug gelegt.

Eine Entscheidung darüber, ob die Uebergangszellen in demselben Grade contractil sind wie die Muskeln, und ob vielleicht auch die verästelten Bindegewebszellen an diesem Orte Beweglichkeit besitzen [13], kann ich hier nicht geben, da der Versuch, die Contraction der lebenden Blasenwand mit stärkeren Systemen zu beobachten, bisher auf zu grosse Hindernisse stiess. Das Ergebniss des Beschriebenen ist also ein rein morphologisches und lautet einfach: es giebt dauernde Zwischenstufen der Form zwischen einkernigen Muskelzellen und Bindesubstanzzellen, und also keine scharfe Grenze zwischen Beiden.

13) Denn allen Bindegewebszellen an sich Contractilität zuzuschreiben, kann man sich nach den vorliegenden Kenntnissen gewiss nicht getrauen, wenn auch die Beweglichkeit solcher Zellen für einzelne Orte nachgewiesen ist.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Alle Figuren von Salamandra maculata, Kali bichromicum, Hämatoxylin oder Eosin, Epithel und Endothel weggenommen.

Fig. 1. Stück der Blasenwand zur Uebersicht der Muskelanordnung, schwach vergrössert, Cam. lucida. *v* Blutgefässe, *n* (in der Mitte) ein Nerv (einige andere feine Nerven im Präparat sind fortgelassen), alle anderen längeren Fasern sind Muskelbündel und -Zellen, spindelförmig, mehrfach oder (unten) vielfach verästelt.

Fig. 2. Stelle der Wand stärker vergrössert, Hartn. 5, Oc. 3. — *m* Muskelbündel, *c*, *b*, *a* Uebergangsformen von verästelten Muskelzellen zu Bindegewebszellen *d*, *n* Nerv (die feinsten Verzweigungen desselben nicht sichtbar). *l* Wanderzelle, *l'* solche, die fast nur Kern ist (s. Anm. 10, Stricker).

Fig. 3, 4 zeigen verschiedene Formen der Muskelzellen und das Verhalten ihrer Enden, s. Text. *v* Capillaren.

Fig. 5. *a*, *b* stark verästelte, zusammenhängende Zellen, nach Glanz, Tinction und Starrheit der Ausläufer noch deutliche Muskelzellen. *c* steht in diesen Characteren auf dem Uebergang zu *d* (Bindegewebszelle).

Fig. 6. Bindegewebszelle der Blase, stärker vergrössert.

Fig. 7. Muskelzelle, zeigt die helle Achsensubstanz mit Körnchenstrang am Kernende. Hartn. 8, Oc. 3.

Bemerkungen zur Anatomie der Limnadia Hermanni Brongn.

Von

Dr. Fr. Spangenberg,

Privatdocent und Assistent am zool.-zoot. Institut zu München.

Als ich im vergangenen Sommer die Umgebung des kleinen mecklenburgischen Städtchens Neustadt auf ihre *Entomostraceen*-Fauna durchsuchte, stiess ich unter anderem auch, etwa eine halbe Meile von dort entfernt, hart an der nach Ludwigslust führenden Chaussee, auf einige Colonien der durch ihre parthenogenetische Fortpflanzungsweise bekannt gewordenen *Limnadia Hermanni*.

Da dieses Thierchen wegen seines seltenen Vorkommens bisher noch keine so eingehende Bearbeitung gefunden hat wie seine weit gemeineren Verwandten, als muthmassliches Bindeglied zwischen den eigentlichen *Phyllopoden* und den *Cladoceren* aber ein ganz besonderes Interesse beansprucht, so habe ich mir seine Organisation etwas näher angesehen. Vor allem kam es mir dabei auf eine möglichst eingehende Untersuchung des bisher so arg vernachlässigten Nervensystems an, da dieses mir in seinen innigen Beziehungen zur Muskulatur und Körpergliederung den geeignetsten Ausgangspunct für stammesgeschichtliche Betrachtungen zu bilden scheint. In Folge der grossen Schwierigkeiten, welche die Verfolgung der peripheren Nerven, und somit die Homologisirung der von ihnen versorgten Körpertheile bietet, ist es mir bis jetzt freilich noch nicht gelungen, zu einem befriedigenden Abschlusse zu gelangen. Einige strittige Puncte habe ich indessen bereits ins Reine bringen können, und diese möchte ich in den folgenden Zeilen kurz besprechen. Ich bitte daher diese Mittheilungen lediglich als vorläufige »Bemerkungen zur Anatomie der *Limnadia*« aufzufassen und nicht mehr von ihnen zu verlangen, als sie geben wollen.

Ich fand die *Limnadien* unter Schwärmen von *Diaptomus castor*, *Simocephalus vetulus* und *Scapholeberis mucronata* in kleinen, an

ihrer tiefsten Stelle kaum einen halben Fuss Wasser haltenden Lachen, deren torfiger Boden nur von spärlichem Grün bedeckt war. Meist lagen sie unbeweglich am Boden oder hingen mit ihrem Haftorgan festgesogen an Blättern und Grashalmen. Selten nur erhob sich eins oder das andere, um alsbald wieder zur gewohnten Ruhe zurückzukehren. Einmal in Bewegung, schwammen sie langsam und gleichmässig, den Kiel der halbgeöffneten Schale fast immer nach unten gerichtet. — Als ich am 26. August die Thiere zum ersten Mal fand, waren sie bis auf wenige Nachzügler bereits sämmtlich geschlechtsreif, und trotz alles Suchens in den verschiedenen ziemlich weithin über die Haide verstreuten Pfützen gelang es mir nicht jüngere Entwicklungsstadien aufzutreiben. Ebenso erwies sich auch meine anfängliche Hoffnung, die so lange umsonst gesuchten Männchen zu finden, als vergeblich; unter den mehr als 100 Individuen, welche ich bei Gelegenheit meiner beiden Besuche an diesem Fundort zusammenbrachte, fand sich auch nicht ein einziges männliches Exemplar. Die Bewohner der verschiedenen Tümpel waren fast sämmtlich von gleicher Grösse, ungefähr 8 Mm. lang und 5 Mm. hoch; ein Beweis, dass die Bildung aller dieser Pfützen, und somit auch die Entwicklung der *Limnadien* in denselben ungefähr zu gleicher Zeit begonnen haben musste. Am 29. August fand ich alles unverändert und die meisten Weibchen beladen mit grossen rothbraunen Eierpacketen; als ich aber am 3. Sept. zum zweiten Male zurückkehrte, waren sämmtliche Pfützen bis auf den Grund ausgetrocknet, und keine *Limnadia* mehr aufzutreiben. Ich hatte zwar von den beiden früheren Ausflügen eine kleine Anzahl von Thieren lebend nach Hause gebracht; da ich diese aber gerne am Leben erhalten wollte, um sie ungestört ihre Eier ablegen zu lassen für spätere Zuchten, so musste ich für diesmal auf die Untersuchung frischer Thiere verzichten und mich mit der Zergliederung der in Alkohol oder Osmiumsäure erhärteten begnügen. Für das Studium der gröberen Verhältnisse des Centralnervensystems sowie der übrigen Organe genügt die Präparation der in Osmiumsäure und später in Alkohol erhärteten und hierauf in schwach angesäuertem Glycerin erweichten Thiere; um aber die feineren Structuren und die Verbreitung der peripheren Nerven zu studiren, sind gute Schnitte unerlässlich. Ihre Anfertigung ist auch nicht besonders schwierig, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, die Einbettungsmasse vorher in alle Lücken und Hohlräume des Körpers gehörig eindringen zu lassen.

I. Gliederung des Körpers und der Extremitäten.

Die äussere Form und Gliederung des Leibes und der Extremitäten unserer *Limnadia* ist bereits oft und eingehend genug erörtert worden. In Bezug auf das Thatsächliche habe ich daher nur einige Kleinigkeiten nachzutragen. Dagegen kann ich mich mit der herrschenden theoretischen Auffassung[1], nach welcher der Körper der *Phyllopoden* in einen — meist fünfgliedrigen — Cephalothorax und ein, alle übrigen Segmente in sich schliessendes, Abdomen zerfallen soll, nicht einverstanden erklären. Dieser sogenannte Cephalothorax ist durchaus kein in sich abgeschlossenes, streng einheitliches Ganze, sondern aus zwei nach Bau und Entwicklung völlig verschiedenen Segmentgruppen zusammengesetzt; und ganz dasselbe gilt für das »Abdomen«. Meiner Auffassung nach gliedert sich der Körper der *Limnadia* (und ebenso natürlich der aller übrigen *Phyllopoden*) naturgemäss in 3 Hauptabschnitte: den dreigliedrigen Kopf, den eingliedrigen Schwanz und den im Laufe der Entwicklung zwischen beide eingeschobenen vielgliedrigen Leib, der seinerseits mit der fortschreitenden Differenzirung wieder in zwei Unterabtheilungen: den Vorder- und Hinterleib zerfällt. Der Kopf ist characterisirt durch die unveränderlich gleiche Anzahl seiner Segmente, die drei specifisch gebauten und functionirenden Gliedmassen, sowie den Besitz eines besonderen Schlundnervensystems, einer Oberlippe und eines, wenigstens der Anlage nach, überall vorhandenen Haftorgans; der Schwanzabschnitt aber unterscheidet sich als solcher von allen übrigen Segmenten durch den Mangel echter Gliedmassen[2], sowie eines mit der Bauchganglienkette continuirlich zusammenhängenden Ganglienpaares. Von ihm aus entsteht der ausnahmslos an ihm ausmündende Enddarm und das dem Enddarm aufliegende paarige Centralorgan des Darmnervensystems. Ganz anders dagegen steht es mit dem dritten Hauptabschnitt des *Phyllopoden*-Körpers. So übereinstimmend die beiden andern in der ganzen formenreichen Gruppe der *Blattfüsser* sich verhalten, so mannigfach variirt er nach Form und Function. Was ihn als Ganzes den anderen gegenüber

1) Bronn's Classen und Ordnungen. *Arthropoda,* p. 834.

2) Dass diese sammt den zugehörigen Bauchganglien auch den letzten Leibessegmenten mancher *Phyllopoden* fehlen, spricht nicht gegen die vorgetragene Auffassung, da dieses Fehlen durchaus kein principielles wie bei dem Schwanzabschnitt, sondern ein, wenn der Ausdruck erlaubt ist, rein zufälliges ist, wie eine Vergleichung der beintragenden und beinlosen Leibessegmente von *Apus* am besten beweist.

characterisirt und seine Gleichstellung mit ihnen begründet, ist einmal seine Entstehungsweise, sodann der Besitz des ihm allein angehörenden, niemals in Kopf und Schwanz sich hineinerstreckenden Herzens und Zeugungsorgans, sowie bestimmter, ihm allein zukommender, Muskelgruppen und specifisch ausgebildeter Gliedmassen. Während aber dort die Zahl der constituirenden Segmente unveränderlich dieselbe war, schwankt sie hier in den weitesten Grenzen; während bei jenen der innere Bau und die äussere Form durchgehends das gleiche Gepräge zeigten, finden wir bei diesem die grösste Mannigfaltigkeit in Bau und Function der entsprechenden Segmente und ihrer Anhänge. Mit einem Worte: war dort Stetigkeit der vornehmste Character, so ist es hier Veränderlichkeit. Und das ist nicht wunderbar! Kopf und Schwanz finden sich bereits beim *Nauplius*, der gemeinsamen Stammform aller *Phyllopoden*, in ihrer characteristischen Ausbildung; sie sind daher von den verschiedenen auseinanderstrebenden Formkreisen bereits fertig, wenn ich so sagen darf: fixirt, übernommen worden. Anders der Leib! seine Ausgestaltung konnte kaum begonnen haben, oder war doch noch in vollem Fluss, als die einzelnen Zweige sich bereits vom mütterlichen Stamme trennten. Er hat daher erst nach der Trennung seine jedesmalige Ausbildung erfahren. So mannigfach sich diese aber auch in den verschiedenen Gruppen gestaltet hat: überall gliedert sich der Leib wiederum in zwei natürliche, scharf von einander geschiedene Abschnitte; oder treffender ausgedrückt: überall sondert sich von dem Leib ein vorderer, streng in sich abgeschlossener und mit specifischen, seine Gestaltung bestimmenden, Functionen betrauter Segmentcomplex, der Vorderleib, ab. Sein Bau ist der gleiche bei allen *Phyllopoden*; gleich in der Zahl seiner Segmente und ihrer Gliedmassen, welche der Anlage nach wenigstens überall in der Zahl zwei vorhanden sind, gleich in ihrer Verwendung zu Hülfsorganen der Nahrungsaufnahme, gleich endlich in Bezug auf die Mündung der ausnahmslos vorhandenen Schalendrüse, und die mit nur wenig Ausnahmen auftretende Duplicatur des Rückenintegumentes. Nach dem Gesagten glaube ich die oben vertretene Eintheilung des *Phyllopoden*-Körpers in einen Kopf, Leib und Schwanzabschnitt, sowie die weitere Gliederung des Leibes in einen Vorder- und Hinterleib für naturgemäss ansehen zu dürfen.

Was die Gliedmassen des Kopfes betrifft, so habe ich an der ersten Antenne die bis dahin übersehenen Tastorgane aufgefunden. Sie stehen — gewöhnlich in der Zahl 6 — als kleine helle Spitzen auf der hinteren, hochaufgeschwollenen Fläche der Antennenbasis und dürften sich, wie alle diese Tastfäden, auf die Dornen der *Nauplius*-Antenne zu-

rückführen lassen. Die an der Basis der bekannten blassen Riechcylinder befindlichen, von Claus [1]) als »höchst characteristisch gestaltete Nervenstiftchen« beschriebenen Gebilde sind die jungen bei der nächsten Häutung hervortretenden Riechcylinder, also nicht nervöser Natur, sondern cuticularen Ursprungs. — Die zweite Antenne soll nach den Autoren aus einem geringelten Stamm und 2 (gleichlangen?) Spaltästen bestehen. Ich unterscheide noch ein Basalglied, das sich als solches ausweist durch den Besitz besonderer Muskeln, sowie eines mit 2—4 Sinnesborsten versehenen Vorsprungs, in welchem ich eine Umbildung des bekannten Hakenfortsatzes am Grundgliede der *Nauplius*-Antenne und zu gleicher Zeit ein den am Grundglied des *Cladoceren*-Fühlers befindlichen Tastborsten homologes Gebilde sehe. — Am Ende des geringelten, schwach nach vorn gebogenen Stammes finde ich zwischen den beiden Ruderästen an der Streckseite des Gliedes eine weitere Tastborste, welche dem feinen Tastdorn an der Streckseite des *Cladoceren*-Fühlers entsprechen muss. Die ihm gegenüberstehende, meines Wissens allen *Cladoceren* zukommende und offenbar aus dem zweiten Haken der *Nauplius*-Antenne hervorgegangene, Tastborste kann ich bei *Limnadia* leider nicht auffinden. Von den beiden Ruderästen ist merkwürdigerweise der ventrale etwas länger und besteht bei den ausgewachsenen Exemplaren aus 11 Gliedern, während der kürzere dorsale deren nur 9—10 zählt. Bei jüngeren Thieren finde ich jederseits ein bis zwei Glieder weniger. Ich habe diese vielleicht unwesentlich erscheinenden Einzelheiten hervorgehoben, weil sich aus ihnen bei aller Verschiedenheit doch eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen der *Limnadia*-Antenne und dem *Cladoceren*-Fühler ergiebt; dann aber weil ich im Gegensatz zu Gerstäcker [2]) und Anderen die genau die Mitte zwischen einem Schreit- oder Greiffuss und einem Blattfuss haltende spaltästige *Nauplius*-Antenne für den ursprünglichen Ausgangspunct der so vielgestaltigen *Phyllopoden*-Gliedmassen halte. Dazu bestimmt mich nicht nur die Vergleichung der ausgebildeten Formen, sondern mehr noch die allen Gliedmassen gemeinsame erste Anlage: ein Punct, auf den ich später noch ausführlicher zurückkommen werde. Die Gliederung der *Nauplius*-Antenne lässt sich denn auch unschwer im *Limnadien*-Fuss wiedererkennen. Wie die Antenne selbst besteht er aus einem wohlentwickelten, mit einem kräftigen Kau- oder Maxillar-Fortsatz versehenen Grundglied. An dieses schliesst sich ein

1) Ueber den Körperbau einer australischen *Limnadia*. Diese Zeitschr. Bd. XXII. 1872, p. 361.

2) Siehe Bronn: Classen u. Ordn. d. Thierreichs. *Arthropoda*, p. 864.

gestrecktes Stammglied, welches an seinem ventralen Rande in vier borstenumsäumte Lappen ausgezogen ist, dorsal aber den bekannten beutelförmigen Kiemenanhang trägt. Hierauf endet der Fuss mit zwei wohl entwickelten Spaltästen, von denen der dorsale nur deshalb nicht sofort als solcher in die Augen fällt, weil er gegen die Basis zu in einen langen Fortsatz, den sog. »borstenrandigen Kiemenanhang«, ausgezogen ist. Eine genauere, auf die Anordnung der Muskulatur und Uebereinstimmung in der Innervirung begründete Durchführung dieses Vergleichs behalte ich mir für meine demnächstige ausführliche Arbeit vor. Hier will ich nur noch erwähnen, dass ich auf der convexen Vorderfläche sämmtlicher Maxillarfortsätze einige zarte Tasthaare gefunden habe, welche bei der natürlichen Lage der Extremität genau gegen die Mittellinie gerichtet sind und daher wohl geeignet erscheinen, die in der Bauchrinne zum Munde hin geführten Nahrungstheilchen einer Vorprüfung zu unterwerfen. Auffallend ist die grosse Zahl von einzelligen Drüsen, welche sich überall im Bein verstreut finden, besonders dicht aber in den ventralen Lappen angehäuft sind. Ihre feinen Ausführungsgänge lassen sich am besten verfolgen, wenn die Cuticula — wie das nach Behandlung mit Reagentien häufig geschieht — sich von der darunterliegenden Matrix abhebt.

Die Zahl der Beine betrug bei allen ausgewachsenen Weibchen 22, niemals mehr. Da übrigens die mir zu Gebote stehenden Thiere bei weitem nicht die von anderen Autoren angegebene Grösse von 12—13 Mm. erreichten, sondern kaum 8 Mm. lang waren, so liegt kein Grund vor, die Möglichkeit einer weiteren Zunahme an Segmenten und Extremitäten zu bezweifeln, nachdem durch Grube [1]) einmal Exemplare mit 24, ja 26 Beinpaaren bekannt geworden sind. Bis auf geringe Grössenunterschiede sind die 22 Beinpaare vom ersten bis zum letzten in allen ihren Theilen gleichgebaut, abgesehen davon, dass die sogenannten borstenrandigen Kiemenanhänge des 9., 10. und 11. Beinpaares in lange Fäden ausgezogen sind. Grube fand diese zum Fixiren der Eier bestimmte fadenförmige Verlängerung des Kiemenanhanges ausser an den genannten Beinen auch noch am 12., während Milne Edwards sie nur für das 9. und 10. Paar einzeichnet. Ich vermuthe, dass es sich dabei nur um Altersunterschiede handelt; um so mehr, als ich bei einzelnen Individuen den Faden des 11. Paares weit kürzer fand, als bei anderen etwas grösseren. Die Lage dieser Fäden, sowie die Ueberzeugung von der Uebereinstimmung im Bau der Phyllopoden haben mir übrigens zur Entdeckung der bisher vergeblich gesuchten Ge-

1) Ueber die Gattung *Estheria* und *Limnadia*. Archiv für Naturg. 1865, p. 267.

schlechtsöffnung verholfen. Sie liegt, genau wie bei *Apus*, im Basalglied des 11. Fusspaares; ist aber sehr schwer zu erkennen, wenn der Oviduct nicht mit dem schalenbildenden Secret recht prall gefüllt ist. Ausser der Verlängerung seines Kiemenanhanges, die er mit den beiden vorhergehenden Beinen theilt, hat der 11. Fuss keine Veränderungen im Dienste der Fortpflanzung erfahren.

II. Nervensystem.

Das Centralnervensystem der *Limnadia* zeigt fast in allen Puncten die grösste Uebereinstimmung mit dem durch ZADDACH so genau erforschten Nervensystem des *Apus cancriformis*. Selbst die geringen Abweichungen, welche sich aus der folgenden Darstellung ergeben werden, dürften sich bei einer aufmerksamen Nachuntersuchung zum grössten Theil als nur scheinbare herausstellen. Und doch hat sich das Nervensystem der *Limnadia* einen noch ursprünglicheren — wenn ich so sagen darf embryonaleren — Character bewahrt, als das von *Apus*. Das zeigt sich namentlich an den Ganglien des II. Antennenpaares. Diese sind bekanntlich bei den meisten *Crustaceen* mit dem Oberschlundganglion zu einer gemeinsamen Masse, dem sogenannten Gehirn, verschmolzen; und selbst da, wo sie sich wie bei *Apus*, *Branchipus* und den meisten *Cladoceren* einigermassen selbständig erhalten haben, nur durch eine einzige Commissur, die »Unterschlundcommissur«, mit einander verbunden. Bei *Limnadia* aber haben sich nicht nur die Ganglienanschwellungen, sondern auch die beiden sie verbindenden Quercommissuren nahezu in ihrer ursprünglichen Form erhalten, und das Ganglienpaar des zweiten Segmentes unterscheidet sich hier in keinem wesentlichen Puncte von denen der übrigen Segmente, abgesehen etwa von der an ihm entspringenden Lippencommissur. Ebenso bleiben auch die Ganglien des Bauchstranges selbst in den letzten Leibessegmenten, sowohl der Länge als der Quere nach, wohl von einander getrennt, während sie bei *Branchipus* und *Artemia* gar nicht mehr zur Ausbildung kommen, bei *Apus* aber eine weitgehende Verschmelzung erleiden. Auf diesen letzten Punct will ich jedoch kein besonderes Gewicht legen, weil hier vielleicht gar keine Verschmelzung, sondern ganz im Gegentheil ein Unterbleiben der Differenzirung und somit gerade ein embryonaler Character vorliegt. Dagegen zeichnet sich *Limnadia* wiederum aus durch das gleichmässige Verhalten seiner sämmtlichen Leibessegmente in Bezug auf Zahl, Ursprung und Verlauf der in ihnen entspringenden Nerven, was bei *Apus* bekanntlich nicht der Fall ist. Dort bildet sich vielmehr durch die besondere Verwendung des ersten Fusspaars und die abwei-

chende Gruppirung der Muskeln in den ersten Segmenten ein merklicher Unterschied zwischen den ersten Abdominalsegmenten und allen folgenden heraus.

Das Centralnervensystem der *Limnadia* besteht wie das aller *Phyllopoden* aus einem vor dem Schlund gelegenen zweilappigen Oberschlundganglion — weniger passend auch wohl Gehirn genannt — und einer hinter dem Schlund beginnenden, zwischen Darm und Bauchrinnendecke sich hinziehenden, strickleiterförmigen Bauchganglienkette. Beide sind mit einander verbunden durch zwei den Schlund seitlich umfassende Längscommissuren, die sogenannten Hirnschenkel, welche mit dem Oberschlundganglion und der ersten Commissur der Antennenganglien den Schlundring bilden. Will man überhaupt den Namen Unterschlundganglion und Unterschlundcommissur beibehalten, so möchte ich vorschlagen, ihn ein für allemal auf das Ganglienpaar des zweiten Segments zu übertragen, da man sonst Gefahr läuft die morphologisch unterschiedensten Dinge einer rein zufälligen Lagerungsbeziehung wegen mit demselben Namen zu belegen. Denn wenn auch die Ganglien selbst mehr und mehr an das Oberschlundganglion hinanrücken, ja sogar ganz mit ihm verschmelzen können, so behält die Commissur — und diese ist für die vorliegende Frage das allein Massgebende — doch stets ihre ursprüngliche Lage hinter, nicht wie es gewöhnlich heisst unter, dem Schlunde bei. Am besten wäre es freilich diesen Namen ganz aufzugeben, so bequem er auch sein mag, und die Ganglien ausschliesslich nach ihrer Beziehung zu den einzelnen Körpersegmenten zu benennen. Die besprochenen abweichenden Lagerungsbeziehungen zum Munddarm sind nun aber so ziemlich das Einzige, was in unserem Falle einer Gleichstellung des Oberschlundganglions mit den Ganglien der übrigen Körpersegmente entgegensteht. Die Entwicklungsgeschichte hat bisher weder nach der einen noch nach der anderen Richtung ein entscheidendes Wort gesprochen. Dem rein anatomischen Befund nach aber vermag ich in dem Oberschlundganglion vorläufig nichts anderes zu sehen, als das mit der Entwicklung der Sinnesorgane und der zunehmenden Differenzirung des ganzen Thieres mehr und mehr ausgebildete und complicirte Ganglienpaar des ersten Körpersegmentes. Einen zwingenden Grund zu einer principiellen Scheidung desselben von sämmtlichen übrigen, unter dem Namen der Bauchganglienkette zusammengefassten, Ganglienpaaren sehe ich nirgends. Seine Structur ist allerdings weit complicirter, als die der Bauchganglien. Aber was wissen wir denn von dieser? was berechtigt uns zu der Annahme, dass sie sich nicht aufeinander zurückführen lassen? Mancherlei Gründe sprechen vielmehr dafür, dass sich ziem-

lich weitgehende Uebereinstimmungen zwischen den Hirn- und Bauchganglíennerven werden nachweisen lassen. So scheint mir, um nur ein Beispiel zu nennen, in dem vom Oberschlundganglion entspringenden Nackennerven ganz dasselbe Gebilde vorzuliegen wie in dem das Haftorgan versorgenden Nerven des zweiten Segmentes und den, allen Leibesringen zukommenden, zum Rücken aufsteigenden sensitiven Nerven. Auch die grossen Tastnerven des letzten Segments, und möglicherweise sogar der das Schalenganglion mit dem Bauchmark verbindende Nervenstamm gehören hierher. Ferner: Die Lagerungsbeziehungen des Oberschlundganglions zum eigentlichen Darm und zum Herzen sind genau dieselben wie für die übrigen Ganglienpaare; beide würden in ihrer Fortsetzung über und nicht unter das Schlundganglion zu liegen kommen, da dieses durchaus ventral gelegen ist. Unter dem »eigentlichen Darm« verstehe ich allein den ursprünglich angelegten Mitteldarm, mit welchem der Mund- und Afterdarm erst später, letzterer gewöhnlich erst nach der ersten oder zweiten Häutung des freilebenden Thieres verschmelzen. Der Munddarm der *Entomostraceen* ist ein durchweg secundäres Gebilde und höchst wahrscheinlich erst nach der Anlage der beiden vorderen Ganglienpaare entstanden. Dafür scheint mir namentlich die auffallende Verschiebung der von ihren Ganglien völlig hinweggedrängten Commissuren des zweiten Ganglienpaares zu sprechen. Hätte der Munddarm sich schon vor der Anlage des zweiten Ganglienpaares mit dem Mitteldarm in Verbindung gesetzt, so wäre doch in der That nicht einzusehen, weshalb die sich entgegenwachsenden Commissuren desselben den weiten Umweg um den Schlund herum vorgezogen hätten, statt sich direct vor demselben zu verbinden. Im entgegengesetzten Falle aber musste der Schlund durch seine — bei den *Cladoceren* und *Artemien*-Embryonen sehr leicht nachweisbare — allmälige Verschiebung von vorn nach hinten auch die Commissuren der, durch die Lage der zweiten Antenne an ihrem ursprünglichen Ort fixirten, Antennenganglien mehr und mehr nach hinten ausbuchten und schliesslich von den Ganglien ganz hinwegdrängen. Doch diese Betrachtungen bleiben müssig, so lange der entwicklungsgeschichtliche Befund aussteht.

Die Bauchganglienkette wird gebildet von 26 durch Längs- und Quercommissuren mit einander vereinigten Ganglienpaaren, von denen je eins einem der 26 auf den ersten Kopfring folgenden Segmente entspricht. Nur das letzte oder Schwanz-Segment geht, wie bei allen *Phyllopoden*, leer aus. Die beiden correspondirenden Ganglien eines jeden Segmentes sind durch eine doppelte Quercommissur unter einander verbunden, mit alleiniger Ausnahme der Mandibelganglien,

welche bei *Limnadia* ebenso wie bei allen übrigen mir bekannten *Phyllopoden* nur durch eine einzige sehr breite Commissur zusammenhängen. Vielleicht ist jedoch auch diese Ausnahme nur eine scheinbare. Wenn nämlich Ficker's[1] Angabe, nach welcher die Mandibelganglien der *Estherien*-Larven durch eine Doppelcommissur (»Commissuren«) verbunden sein sollen, sich bewahrheitet, so haben wir es hier nur mit einer rein äusserlichen Verschmelzung zweier ursprünglicher Commissuren zu thun.

A. Oberschlundganglion.

Das Oberschlundganglion besteht aus zwei ei- bis spindelförmigen Seitenlappen und einem diese verbindenden unpaaren Mittelabschnitt. Alle drei besitzen ihre eigenen Centren und entsenden bestimmte, in ihnen wurzelnde Nerven. Solcher Centren finden sich im Ganzen fünf; vier davon liegen paarig angeordnet in den Seitenlappen, der fünfte unpaare aber im Mittellappen.

Von den beiden paarigen Kernen ist der vordere bei weitem der grössere; er scheint als Centralorgan für die Sehnerven, die Augenmuskelnerven und die meisten der an das sogenannte Larvenauge tretenden Nervenzüge zu dienen. Der kleinere, etwas weiter nach hinten, unten und aussen liegende Kern entsendet vornehmlich Fasern in den zur ersten Antenne tretenden Nerven. Welche Bedeutung aber dem meines Wissens bei sämmtlichen Phyllopoden vorkommenden bohnenförmigen Centralkörper des Mittellappens zukommt, ist mir bis jetzt noch nicht klar geworden. Er liegt senkrecht zur Längsachse des Thieres im hinteren Drittel des Mittellappens, inmitten der von einem Seitenlappen zum anderen hinüberziehenden Fasercommissuren. Von allen Seiten her treten bogenartig geschwungene Faserzüge in ihn ein, um sich hier vielfältig mit einander zu kreuzen und zu verschlingen. Er besteht ebensowenig wie die paarigen Centren aus grossen Ganglienzellen, sondern lediglich aus der sogenannten Leydig'schen Punctsubstanz, einem Gewirr feinster vielfältig mit einander verfilzter Fäden. Ob vielleicht an den Kreuzungspuncten kernartige Gebilde sich finden, habe ich bisher nicht entscheiden können. In der Profillage des Thieres scheint der Centralkörper ganz wie bei den *Daphniden* in Gestalt eines hellen runden Bläschens aus der matten Hirnsubstanz hervor und kann so leicht Veranlassung zu Täuschungen geben. Ein selbständiges Bläschen, wie Claus[2] es für *Daphnia magna* angiebt, habe ich weder

1) Zur Kenntniss der Entwicklung von *Estheria ticinensis*. Sitzgsb. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. LXXIV. 1876, I. Abth.

2) Diese Zeitschrift Bd. XXVII, p. 376, Taf. XXVI, Fig. 8*k*.

hier noch dort gefunden. — Ueber die feinere Anatomie des Oberschlundganglions bin ich noch nicht so recht im Reinen, doch hoffe ich mit der Zeit darin vorwärts zu kommen, da der Faserverlauf sich an dünnen Schnitten recht wohl verfolgen lässt.

Von den Seitenlappen des Oberschlundganglions entspringen die folgenden fünf Nervenpaare:

1) die mächtigen Sehnerven,

2) mehrere Nervenstämmchen jederseits zu den Augenmuskeln,

3) ein schwacher Faserzug jederseits zum Frontalorgan,

4) die Nerven zur I. Antenne,

5) die Hirnschenkel.

Von dem Mittelabschnitt dagegen nur 3 paarige und ein unpaarer Nerv, nämlich:

6) ein wenigstens äusserlich unpaarer Nerv und

7) ein paariger Nervenstamm, beide zum sogenannten Larvenauge,

8) ein äusserst feines Fädchen jederseits, welches lateral vom 7. Paar entspringt und nach oben und aussen zieht,

9) ein zartes Nervenpaar zur Schlundmuskulatur.

Von diesen Nerven kennt Zaddach freilich nur die unter 1, 4, 5, 7 und 9 aufgeführten, da aber die übrigen sowohl bei *Branchipus* als auch bei mehreren von mir darauf untersuchten *Cladoceren* sich finden, so unterliegt es kaum einem Zweifel, dass sie auch bei *Apus* vorhanden und von ihm nur übersehen worden sind.

Die starken Augennerven entspringen vom vorderen Pol des eiförmigen Seitenlappens und treten nach kurzem Verlauf in ein sehr augenfälliges, umgekehrt birnförmiges Ganglion — die eigentliche Retina — ein. Dieses bei oberflächlicher Betrachtung als eine einheitliche Zellenmasse erscheinende Ganglion besteht in Wahrheit aus drei wohl von einander gesonderten Schichten. Die beiden äusseren sind zelliger Natur und bestehen eine jede wiederum aus mehreren Zelllagen, die sie verbindende mittlere aber ist rein fibrillär. Schon in der dritten, peripher gelegenen, Schicht sondern sich die Zellen in einzelne enger zusammengeschlossene Gruppen, welche ebensoviele einzelne Faserbündel gegen die Basis des Auges hin entsenden. Diese Bündel liegen nicht mehr, wie vor ihrem Eintritt in das dreischichtige Ganglion in derselben Scheide bei einander, sondern erhalten von der das Ganglion umhüllenden Scheide jedes seine eigene zarte Hülle. Erst durch abermalige Theilung dieser Bündel entstehen die eigentlichen Primitivbündel, welche an die Basis der Krystallkegel herantreten. Ueber die Retinula vermag ich noch nichts auszusagen; doch lässt sich

zwischen ihr und dem Krystallkegel stets eine scharfe Grenze erkennen, weshalb die Kegel auch gewöhnlich an dieser Stelle abbrechen. Die Krystallkegel selbst zerfallen wie bei *Estheria* in fünf Längssegmente und sind von einer zarten Hülle — der Fortsetzung des Neurilemms — eng umschlossen. Krystallkegel, Retinula und peripheres Ende des Nervenbündels werden umgeben von einem aus mehreren Zellen gebildeten Pigmentbecher. Die einzelnen Zellen sind schlank birnförmig und lassen in ihrem gegen die Peripherie zu gewandten angeschwollenen Ende einen deutlichen Kern erkennen. Das ganze Auge aber ist umschlossen von zwei Hüllen, von denen die erste ihm rund herum fest aufliegt, die andere es in weiterem Abstand umgiebt.

Die Augenmuskelnerven entspringen gemeinsam mit dem Sehnerven an dem vorderen Pol des Seitenlappens, verlaufen dann noch eine Strecke mit ihm in derselben Scheide und zweigen sich erst kurz vor seinem Eintritt in das dreischichtige Ganglion ab, um an die Muskeln des Auges zu treten.

Auch das dritte Paar verläuft eine kurze Strecke weit mit dem Sehnerven, biegt aber dann nach innen ab und läuft nun zusammen mit mehreren aus der vorderen Spitze des Larvenauges austretenden Faserzügen nach vorn, um an der Stirn angelangt unter den drei von Claus als Frontalorgan bezeichneten hellen Stirnhöckern mit ganglióser Anschwellung zu enden.

Von der unteren Seite des Seitenlappens entspringt auf kegelförmigem Vorsprung der starke Nerv zur I. Antenne. Er gabelt sich alsbald in 2 Aeste, von welchen der stärkere direct zur Antenne zieht, um in zahllose Fibrillen aufgelöst die Sinnesfäden derselben zu versorgen. Der schwächere, aber immerhin noch ansehnlich starke, Vorderast wendet sich nach vorn und aussen. Seinen ferneren Verlauf konnte ich leider nicht ermitteln.

Die drei mittleren vom Zwischenabschnitt des Gehirns entspringenden Nerven treten sämmtlich an das unter dem Namen des Larvenauges bekannte Organ. Da der genaue Bau dieses äusserst complicirten Gebildes ohne Zuhülfenahme von Zeichnungen nicht gut zu erläutern ist, so will ich hier nur bemerken, dass dasselbe ausser den prächtigen Pigmentzellen und Linsen eine überaus grosse Zahl sehr characteristisch geformter Nervenendzellen in sich schliesst und durchsetzt wird von mehreren Faserzügen, die zu ihm in keiner weiteren Beziehung stehen und alsbald wieder aus ihm austreten. Die vordere Spitze des von der Seite gesehen annähernd rhombischen Organs entsendet nämlich drei keulenförmige Fortsätze, aus denen ebenso viele blasse Faserstränge hervorgehen, welche mit

den oben beschriebenen, vom Sehnerven herkommenden Nervenbündeln an das weiter vorn unmittelbar unter dem grossen Auge gelegene Frontalorgan ziehen. Aus der unteren Spitze des Larvenauges aber treten ebenfalls zwei Nerven aus, welche direct nach unten an die Stirne gehen und hier unmittelbar unter der Haut mit kolbenförmiger Anschwellung enden, genau wie die Frontalnerven.

Den Verlauf der unter 8. angeführten Stämmchen konnte ich leider nicht verfolgen; auch bin ich nicht einmal völlig sicher, ob sie wirklich nervöser Natur sind. Sollten sie sich aber, woran ich nicht zweifle, als echte Nerven ausweisen, so wären sie aufzufassen als Homologa der bei den *Cladoceren* so verbreiteten Nackennerven, mit denen sie Ursprung und Richtung theilen.

Das letzte Paar endlich entspringt von der unteren Fläche des Zwischenabschnittes, hart an seinem Hinterrande und läuft von hier zwischen den beiden vom Scheitel her an die Oberlippe tretenden Levatoren gegen den Munddarm hin, wo ich es aus den Augen verliere.

B. Bauchganglienkette.

Die aus dem hinteren Pol der Seitenlappen austretenden Längscommissuren schwellen nach kurzem Verlauf zu einem den Seiten des Munddarms anliegenden Ganglienpaar — dem zweiten Kopf- oder ersten Bauchganglienpaar — an. Diese Ganglien sind, wie bereits oben erwähnt, durch die Einlagerung einer grossen Anzahl von Nervenzellen zu beträchtlichem Umfang angewachsen und werden durch zwei den Schlund von hinten her umgürtende Quercommissuren mit einander verbunden. Sie stehen also mit allen übrigen Bauchganglienpaaren auf gleicher Ausbildungsstufe und sind von ihnen nur dadurch unterschieden, dass ihre beiden Quercommissuren, äusserlich wenigstens, nicht von den Ganglien selbst, sondern erst eine Strecke weit dahinter von den zu den Mandibelganglien führenden Längscommissuren abgehen. Dieser Unterschied ist jedoch in Wirklichkeit ein rein äusserlicher und nur durch die Verschiebung der Mundöffnung und des Schlundes hervorgerufen. Die Fasern der beiden Commissuren lassen sich unschwer bis in die zugehörigen Antennenganglien verfolgen. Von der Aussenseite jedes Antennenganglions entspringen drei Nerven, die beiden starken vorderen treten direct in das Wurzelglied der zweiten Antenne ein, nachdem sie sich zuvor beide in einen ventralen und einen dorsalen Ast gespalten haben, der dritte etwas schwächere aber scheint die Stammesmuskulatur zu versorgen. So leicht sich die einzelnen Nervenzweige im äusseren Drittel des Antennenstammes und in den Ruderästen erkennen und verfolgen lassen, so schwer fällt es ihren

Zusammenhang mit den beiden genannten Stämmen zu erforschen. Es ist mir daher bis jetzt leider noch nicht gelungen, die Verzweigung derselben so weit zu verfolgen, wie es für eine Vergleichung dieser Nerven mit den Antennennerven der *Cladoceren* und den Beinnerven der *Limnadia* selbst nöthig wäre. Von einem dieser Stämme muss übrigens auch der Nerv für das Haftorgan entspringen. Ich kann denselben wenigstens auf mehreren Schnitten bis unmittelbar an das Antennenganglion verfolgen, ohne jedoch seine Verbindung mit ihm zu erkennen. Er zieht am Hinterrande des vom Scheitel her zur Antenne sich wendenden Streckmuskels zwischen diesem und dem ersten Oberkiefermuskel aufwärts gegen die Mittellinie zu. Ungefähr am letzten Drittel des Muskels angekommen, biegt er plötzlich nach vorn um und zerfährt zugleich in zwei Stämmchen, welche ziemlich parallel mit einander nach vorn ziehen, um nach Abgabe eines zarten Hautnerven in das Haftorgan einzutreten. Hier wenden sie sich nach oben und enden unmittelbar unter der Saugfläche an der hinteren stark ausgebuchteten Wand des Organs mit ganglióser Anschwellung. Der eigenthümliche Verlauf der Haftnerven erklärt sich aus der secundären Verschiebung des ursprünglich viel weiter nach hinten gelegenen Haftorgans. Ihr Ursprung vom zweiten Ganglienpaar bestätigt meine Vermuthung, dass wir in diesem allen *Phyllopoden* zukommenden Organ ein Homologon des auf der Rückenfläche des zweiten Segments mehrerer Cyclopidenembryonen von mir aufgefundenen und bisher, so viel ich weiss, noch nirgends erwähnten Gebildes vor uns haben. Im Anschluss hieran will ich noch erwähnen, dass das von den meisten Autoren hierher gerechnete vordere Haftorgan der *Sididen* gleich den beiden hinteren eine Bildung sui generis ist und durchaus nicht von dem hier besprochenen Gebilde abgeleitet werden darf. Das eigentliche Haftorgan fehlt indessen auch dort nicht; nur verschwindet es schon sehr früh. Ausser den vier oben beschriebenen gangliösen Anschwellungen finde ich in dem Haftorgan der *Limnadia* etwa auf der Höhenmitte seiner Vorderwand in ziemlich gleichen Abständen von einander noch vier bis fünf zellige Gebilde von ziemlich characteristischem Aussehen. Sie sind spindelförmig und zerfahren nach oben und unten in einige baumförmige verzweigte Fädchen, deren letzte Ausläufer sich in die Körperwand verlieren. Da mir keine lebenden Thiere zu Gebote stehen, kann ich mir über ihre Bedeutung keine sichere Auskunft verschaffen; doch vermuthe ich in ihnen die zum Einziehen der Saugfläche bestimmten contractilen Elemente.

Von der unteren Fläche der Antennenganglien, nahe ihrem hinteren Ende entspringen zwei mächtige, bandartig abgeplattete Nerven-

stämme, welche die Seitenwand des Schlundes umgreifend in die Oberlippe ziehen und sich hier zu einer, der unteren Mundhöhlenwand unmittelbar aufliegenden. Ganglienplatte verbinden. Von dem so entstehenden Halbring entspringen eine Menge gröberer und feinerer Nervenstämmchen, welche theils nach vorn an den Schlund und seine Muskeln treten. theils sich in die Oberlippe wenden, um hier mannigfach verzweigt nicht nur die Muskeln und Drüsenzellen, sondern auch die scheinbar sehr empfindliche untere Gaumenplatte zu innerviren. — Der Besitz dieser beiden, vom Antennenganglion entspringenden und zu einem Mundring vereinigten Schlund- und Lippennerven scheint übrigens ein allen *Phyllopoden* gemeinsamer Character zu sein. Bei *Apus* hat Zaddach sie bereits vor langen Jahren nachgewiesen. Für *Branchipus*, *Artemia* und eine grosse Anzahl von *Cladoceren* aber kann ich selbst ihr Vorkommen bestätigen. Das Gleiche gilt auch für die beiden oben beschriebenen vom Hinterrand des Oberschlundganglions entspringenden Nervenstämmchen. Wir hätten somit überall zwei, den beiden ersten Segmenten angehörige Schlundnervenpaare, denen das im Schwanzring gelegene, als Centralorgan für die Nerven des Mittel- und Enddarms functionirende. Ganglienpaar gegenübersteht.

Fast unmittelbar hinter der zweiten Unterschlundcommissur liegen die mächtig entwickelten Oberkieferganglien. Sie sind wie erwähnt durch eine einzige breite Commissur mit einander verbunden und entsenden von ihrem äusseren Rande drei starke Nervenstämme. Der vordere wendet sich fast parallel mit den von den Antennenganglien kommenden Längscommissuren zurück und scheint unter anderem auch einen Ast an die, der Gaumendecke unmittelbar hinter dem Munde aufliegende, paarige Ganglienanschwellung abzugeben. Die beiden hinteren Aeste aber treten in den Körper der Mandibel ein und zerfahren hier alsbald in eine Anzahl baumförmig sich verzweigender Muskeläste.

Zwischen dem Mandibelganglion und den beiden nahe aneinandergerückten Ganglienpaaren des Vorderleibes liegt ein ziemlich weiter Abstand, so dass schon äusserlich die Kopfganglienkette von der des Leibes sich deutlich sondert. Da gerade hier der Körper seitlich ausserordentlich zusammengedrückt ist, und somit auch die Längscommissuren sich einander um ein gutes Stück nähern, so tritt diese Sonderung noch schärfer hervor. Die Maxillarganglien sind in Anbetracht der bedeutenden Reduction der Unterkiefer sehr ansehnlich entwickelt, wenn sie auch bei weitem nicht die Grösse der ersten Hinterleibsganglien erreichen. Der Grund dafür liegt in der kräftigen Entwicklung der von ihnen innervirten Schalenmuskulatur. Das erste Unterkiefergang-

tion besitzt zwei, wenigstens äusserlich, gleichbreite Commissuren, während das zweite wie alle Hinterleibsganglien durch eine vordere breite und eine hintere weit schmälere verbunden wird. Uebrigens kommt auch die Breite der hinteren Commissur des vorderen Paares fast ausschliesslich auf Rechnung des hier sehr eigenthümlich entwickelten und ausnahmslos vier regelmässig angeordnete Kerne umschliessenden Neurilemms. Vom äusseren Rande der beiden Ganglien entspringen je zwei Nerven für die Unterkiefer und die Längsmuskeln des Stammes; von der oberen Fläche aber erhebt sich ein mächtiger Stamm, der die Schalenmuskeln versorgt und — wie mir scheint — auch einen feinen Verbindungszweig an das Schalenganglion absendet. Dieses von mir bereits früher bei *Sida* gefundene und damals auch beschriebene Ganglion liegt der Schalendrüse an ihrer Aussenseite auf. Es ist spindelförmig oder sternförmig, je nachdem die zahlreichen Aeste bereits von dem Ganglienkörper selbst oder erst von seinen beiden Hauptästen abtreten, besitzt einen grossen hellen Kern und mehrere Kernkörperchen. Die einzelnen Zweige erstrecken sich dichotomisch verzweigt nach allen Richtungen und sind bis weit über den Rand der Schalendrüsen hinaus zu verfolgen. Ein einziger Zweig wendet sich in die Tiefe und scheint hier mit dem Centralnervensystem sich zu verbinden; wenigstens konnte ich ihn bis in die Schalenmuskulatur verfolgen. Die Schalendrüse gleicht in ihrem Bau ganz der von *Apus* und den *Cladoceren*, und bei vorsichtiger Präparation gelingt es ganz gut ihren Ausführungsgang bis an den griffelförmigen Fortsatz zu verfolgen und im Zusammenhang mit ihm blosszulegen.

Die 22 Ganglienpaare des Hinterleibes sind bis auf geringe Grössendifferenzen vollständig übereinstimmend gebaut. Von ihren beiden Quercommissuren ist die vordere stets die breitere und verläuft ziemlich gerade von einer Seite zur anderen, während die weit schmalere hintere stets ziemlich stark nach hinten ausgebuchtet ist. Vom äusseren Rand der Ganglien entspringen 3 Nervenpaare, das erste zieht gerade nach aussen und versorgt die Längsmuskeln des Bauches, die beiden anderen aber treten in die Gliedmassen, um deren Muskeln und Tastorgane zu innerviren. Ihre weitere Verbreitung, deren genaue Verfolgung mir manche Schwierigkeiten bereitet hat, will ich hier übergehen, da sie erst durch den Vergleich mit den Nerven der zweiten Antenne und der Kiefer wirklichen Werth gewinnen würde, letztere mir aber noch nicht genau genug bekannt sind. Von der oberen Fläche eines jeden Ganglions entspringen zwei feine Stämmchen, welche sich an die von der Leibeswand her in die Gliedmassen ziehenden Muskeln

begeben. Endlich habe ich noch eines Nerven zu erwähnen, der in jedem Segmente unter den Längsmuskeln des Bauches hervorkommt, unmittelbar an der Seitenwand des Körpers nach aussen vom Ovarium emporzieht und kurz bevor er den ersten Seitenlängsmuskel erreicht zu einem Ganglion anschwillt, dessen zahlreiche Zweige theils in der Längsmuskulatur des Rückens bis zur Mittellinie aufwärts ziehen, theils an die Haut gehen. Es ist dies derselbe Nerv, den ich bereits früher für *Sida* und *Moina* beschrieben habe und der sicher auch den übrigen *Phyllopoden* nicht fehlen wird. Leider habe ich bis jetzt seinen Ursprung nicht erkennen können; an einigen Schnitten scheint er aus dem mittleren der drei äusseren Nerven hervorzukommen, doch bin ich meiner Sache nicht ganz gewiss. Denselben Nerven haben wir wahrscheinlich in dem die langen Tastborsten des Schwanzsegments versorgenden Nervenstamm vor uns. Dieser entspringt jedoch nicht vom letzten Leibesganglion, sondern höchstens vom vorletzten. Bis zu diesem konnte ich ihn wenigstens an dem einzigen lebenden Thiere, welches ich untersucht habe, mit Sicherheit verfolgen. Unter meinen vielen Präparaten aber ist nur eins so glücklich gelungen, dass ich an ihm den Ursprung zweifellos bestimmen kann, und an diesem ist es der vorderste Abschnitt des 21. Ganglions, von dem der Nerv entsteht. Ganz wie die oben beschriebenen Nerven schwillt auch er nach einiger Zeit zu einem, hier nur etwas grösseren, Ganglion an, von welchem ausser dem an die Tastborsten tretenden Hauptstamm noch eine Anzahl feinerer Fädchen für die Haut und, wie es scheint, auch für die Muskeln entspringen.

C. Darmnervensystem.

Hierher gehört ausser den beiden oben beschriebenen, vom Gehirn und Antennenganglion entspringenden, Nervenpaaren noch ein den Seiten des Enddarms anliegendes Ganglienpaar, das ursprünglich bei allen *Phyllopoden* im Endsegment lag, mit der Verlängerung des Enddarms aber später bei manchen Formen weiter nach vorn gerückt ist. Am schönsten präsentirt sich dieses Ganglienpaar bei jüngeren Larven von *Artemia* und *Branchipus*, und hier kannte ich es bereits seit langem, ohne mir indessen seine Bedeutung erklären zu können. Bei genauerem Zusehen aber sieht man aus jedem Ganglion nach vorn und hinten je zwei mächtige, äusserst blasse Stämme hervorgehen. Dieselben gabeln sich alsbald wieder, und ihre Zweige verästeln sich noch weiter, verschmelzen aber dabei häufig mit ihren Nachbarzweigen zu blassen Ganglienzellen. Aus diesem Geflecht geht sodann eine Reihe

von Längszügen hervor, welche ganz wie bei den *Cladoceren* parallel über den Mitteldarm hin nach vorn ziehen und sich unter Abgabe feinster Fibrillen mehr und mehr verschmächtigen. Alle diese Nervenstämme entbehren im Gegensatz zu sämmtlichen dem Centralnervensystem entstammenden Nerven jeglicher neurilemmatischen Scheide und auch im Aussehen unterscheiden sie sich wesentlich von einander. Von diesem Darmnervensystem sieht man nun bei *Artemien*-Larven auch zahlreiche geflechtartig sich verbindende Ausläufer in den Leibeshohlraum sich hineinziehen, um die übrigen Eingeweide zu versorgen. — So deutlich wie hier ist nun freilich bei den ausgewachsenen *Limnadien* der centrale Abschnitt des Systems nicht mehr zu erkennen; die peripheren Längszüge sind dagegen auch dort mit aller nur wünschenswerthen Klarheit bis in ihre letzten Ausläufer zu verfolgen. Auch bei *Apus* sowie einer grossen Anzahl von *Cladoceren* habe ich dieses Darmnervensystem in seinen wesentlichsten Characteren wieder gefunden.

III. Generationsorgane.

Zum Schluss möchte ich noch ein paar Bemerkungen über das Ovarium hinzufügen. Dasselbe liegt als langer vielfältig ausgebuchteter Schlauch jederseits des Darms zwischen zwei Lagen von Extremitätenmuskeln eingeschlossen, und erstreckt sich vom ersten Segment des Vorderleibes bis etwa in das drittletzte des Hinterleibes. Ungefähr in seiner Längsmitte tritt der kurze Oviduct rechtwinklig aus ihm hervor. Die Eibildung gleicht aufs genaueste der von v. Siebold und später von Ludwig für *Apus cancriformis* beschriebenen. Ganz wie dort vereinigen sich je vier in einer kolbenförmigen Ausbuchtung beisammenliegende Epithelzellen zur Bildung eines Eies. Die spitzenständige wird zur Eizelle, die 3 anderen aber fungiren als Nährzellen. Noch bei den vollkommen ausgebildeten Eiern kann man an tingirten Schnitten das Keimbläschen nachweisen. Das aus dem Follikel ausgetretene rothbraune Ei wird von einem durch die Epithelzellen des Eierstocks ausgesonderten schaumigen Secrete umhüllt. Durch welchen Mechanismus aber die äusserst regelmässige Form dieses Ueberzugs hervorgebracht wird, ist mir völlig unverständlich. Untersucht man nämlich die dem Brutraum der Mutter entnommenen, packetweise zusammenhängenden Eier, so gewahrt man alsbald, dass jedes Ei von zwei einander gegenüberliegenden und rechtwinklig auf einander stehenden halbmondförmigen Fortsätzen der schaumigen Schalenmasse umsäumt wird. Jedenfalls muss diesen, bei den verschiedenen *Branchiopoden*-

arten so abweichenden, aber stets äusserst zierlichen und regelmässigen, Schalenbildungen irgend eine specifische anatomische Einrichtung zu Grunde liegen, denn in der erhartenden Masse selbst kann man doch unmöglich ein so specielles formbildendes Princip annehmen. Ausser dieser äusseren schaumigen Hülle besitzt das legereife Ei noch eine zarte helle Haut, die wohl als wahre Eihaut aufzufassen ist.

München, im Januar 1878.

Studien zur Geschichte des polnischen Tur (Ur, Urus, Bos primigenius Bojanus).

Von

Prof. August Wrześniowski
in Warschau.

Mit 2 Holzschnitten.

Als ich vor einigen Jahren die Frage nach der Existenz des Tur in historischen Zeiten einem etwas eingehenderen Studium unterwarf, gelangte ich zu der Ueberzeugung, dass für die Klarlegung derselben noch manches schätzbare Material in älteren polnischen Schriftstellern aufzufinden sei. Da ich jedoch in alten historischen Urkunden nicht selbst bewandert bin und aus diesem Grunde auf meine eigenen Kräfte mich nicht verlassen durfte, so war ich genöthigt, die Hülfe derjenigen meiner Landsleute, welche in dieser Hinsicht competenter sind, wie ich, in Anspruch zu nehmen. Zu diesem Zwecke habe ich es denn für angemessen erachtet, die bis dahin erlangten Resultate meiner Studien vor zwei Jahren vorläufig in polnischer Sprache zu publiciren[1], indem ich hoffte, dadurch das Interesse für diesen Gegenstand in meinem Vaterlande anzuregen und in der Folge erwünschte Auskunft zu erhalten. Meine Voraussicht ist auch in der That nicht getäuscht worden; ich habe sehr viele wichtige Fingerzeige erhalten, insbesondere von meinem ehemaligen Studiengenossen Herrn Stosław Łaguna, Herrn Professor Estreicher und Herrn Professor Przyborowski, denen ich hiermit meinen ergebensten Dank abzustatten mich verbunden fühle.

Ich bin jetzt in den Stand gesetzt, obige Frage, wenn auch noch nicht ganz erschöpfend, so doch wenigstens eingehender als meine Vorgänger behandeln zu können, und glaube, dass eine Erörterung derselben an dieser Stelle sehr wohl am Platze sein dürfte, da ein

1) Vergleiche die Monatschrift »Ateneum«. Warschau 1876. Bd. I. p. 299—330.

grosser Theil der bezüglichen Daten in polnischen Schriften enthalten ist, die einem verhältnissmässig nur engen Kreise von Lesern zugänglich sind.

Die den polnischen Autoren entnommenen Stellen habe ich mit möglichster Genauigkeit übersetzt; die Titel der Werke und Abhandlungen sind dagegen in polnischer Sprache citirt und daneben in der Uebersetzung wiedergegeben.

* * *

Die Frage, ob in Europa und insbesondere in Polen gleichzeitig mit dem Menschen zwei verschiedene Arten von wilden Rindern gelebt haben, ist bereits vor hundert Jahren von PALLAS[1]) kurz ventilirt worden. Dieser berühmte Zoologe war nämlich der Ansicht, dass Urus und Bison zwei verschiedene Benennungen eines und desselben Thieres seien, sowie dass das, von HERBERSTEIN als Tur beschriebene, eines Buckels entbehrende Thier, höchst wahrscheinlich eine Raçe eingeführter und verwilderter Büffel darstelle. Diese letztere Voraussetzung von PALLAS ist von G. CUVIER[2]) widerlegt worden, der gleichzeitig verschiedene Zeugnisse für die Existenz zweier wilder Rinder-Arten in Europa angeführt hat und zu dem entgegengesetzten Schlusse gelangt ist, dass der Tur als ein grosses Rind anzusehen sei, dessen Ueberreste in den neuesten Erdschichten Europas vorgefunden werden. Nach diesen Ueberresten hat BOJANUS, wie bekannt, eine besondere Art, d. h. Bos primigenius, aufgestellt.

Die Meinung von CUVIER ist von vielen Zoologen acceptirt worden. Die einen, wie v. BRINCKEN[3]), v. BAER[4]), H. MAYER[5]), ANDREAS WAGNER[6]),

1) PALLAS, Description du boeuf à queue à cheval, précedée d'observations générales sur les espèces sauvages du gros betail. Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae 1777. Pars posterior, p. 233.

2) CUVIER, Recherches sur les ossements fossiles. 4 édition. Paris 1835. Tome VI. p. 228—238.

3) v. BRINCKEN, Mémoire descriptif de la forêt Impériale de Białowieża. Varsovie 1828. p. 65.

4) v. BAER, Nochmalige Untersuchung der Frage, ob in Europa in historischer Zeit zwei Arten von wilden Stieren lebten? Bulletin scientific publié par l'Academie Impériale des sciences de St. Petersbourg. Tome IV. 1838. p. 113—128. WIEGMANN's Archiv für Naturgeschichte. 1839. p. 62—78.

5) HERMANN MAYER, Ueber fossile Reste von Ochsen. Nova Acta Physico-Medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum. Bd. XVII, Theil I, 1835. p. 103—119.

6) J. ANDREAS WAGNER in SCHREBER's Säugethiere, Bd. V, Theil 2, 1838. p. 1483—1495.

F. BRANDT[1], SAPALSKI[2], bemühten sich, die Frage näher zu erörtern, indem sie die Einwendungen ihrer Gegner zurückzuweisen und ihre eigene Meinung durch neue Belege zu bekräftigen bestrebt waren. Andere wie EICHWALD[3], STRONCZYŃSKI[4], OWEN[5], PICTET[6], RÜTIMEYER[7], VICTOR CARUS[8], haben sich einfach zu Gunsten der CUVIER'schen Meinung ausgesprochen, ohne den Gegenstand näher zu erörtern.

1) J. F. BRANDT, Die geographische Verbreitung vom Ur oder wahrem Auerochs. Verhandlungen der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. 2. Serie, Bd. II. 1867. p. 185—227.

2) SAPALSKI, Przyroda i Przemysł. (Zeitschrift für Natur- und Gewerbekunde.) 1876. No. 38, 39, 44, 45.

Um das Verlesen polnischer Namen und Titel zu erleichtern, halte ich es für angemessen die Aussprache folgender Laute anzugeben, die von den deutschen verschieden sind, oder verschieden geschrieben werden.

ą = französisch *on*, z. B. *bon*.

ę = französisch *in*, z. B. *fin*.

ó = deutsch *u*, französisch *ou*.

Ł, ł = hart ausgesprochenes *l*, wie in Pommern z. B. in Willen, Wellen.

sz = deutsch *sch*, französisch *ch*, englisch *sh*.

cz = deutsch *tsch*, englisch *ch*.

szcz = deutsch *sch tsch*, englisch *sh ch*.

ks = *x*.

s = deutsch *ss*, französisch *ce*.

z = deutsch *s*, z. B. in sein, Sinne; französisch *z*.

Ż ż = französisch *j* oder *ge*.

rz = französisch *j* oder *ge*.

Die gestrichenen Consonanten: ć, ń, ś, ź werden weicher als die ungestrichenen ausgesprochen.

3) EICHWALD, De pecorum et pachydermorum reliquiis fossilibus. Nova Acta Physico-Medica Academiae Caes. Leopoldino Carolinae Naturae Curiosorum. 1835. Bd. XVII. p. 2.

4) STRONCZYŃSKI, Spis zwierząt ssących kraju polskiego i pogranicznych. (Verzeichniss der Säugethiere Polens und der angrenzenden Länder.) Warschau 1839. p. 29.

5) OWEN, A history of British fossil Mammals and Birds. London 1846. p. 491, 492, 498, 503.

6) PICTET, Traité de paléontologie. 1853. Bd. I. p. 365.

7) RÜTIMEYER, Untersuchungen der Thierreste aus den Pfahlbauten. 1861. p. 61. — Ueber die Art und Raçe des zahmen europäischen Rindes. Archiv für Antropologie. Bd. I. p. 221. — Versuch einer natürlichen Geschichte des zahmen Rindes. Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XXII und XXIII, 1868, 1869.

8) V. CARUS und GERSTÄCKER, Handbuch der Zoologie. Bd. I, bearbeitet von CARUS. Leipzig 1875. p. 149. — V. CARUS, Geschichte der Zoologie. München 1872. p. 337.

Die Anhänger von PALLAS, wie Prof. ANTON WAGA[1]), BOJANUS[2]), JUNDZIŁŁ[3]), JAROCKI[4]), PUSCH[5]), Prof. ADAMOWICZ[6]), nehmen übereinstimmend an, dass in historischen Zeiten sowohl in Polen wie in ganz Europa nur eine einzige Rinder-Art und zwar der noch jetzt in Białowieża und am Kaukasus lebende Bison existirt habe, während HERBERSTEIN durch die doppelte Benennung dieses Thieres sich irreleiten liess.

Aus dem oben Angeführten geht hervor, dass die von HERBERSTEIN herrührenden Mittheilungen für die Frage nach dem Vorkommen zweier Rinderarten in Polen von wesentlichster Bedeutung sind. Daneben muss hier auch noch hervorgehoben werden, dass von polnischen Gelehrten nur v. BRINCKEN, STRONCZYŃSKI und SAPALSKI zu Gunsten der CUVIER'schen Meinung sich ausgesprochen haben, während im entgegengesetzten Lager, mit Ausnahme von PALLAS, nur polnische oder der polnischen Sprache mächtige Gelehrte angetroffen werden. Ein derartiges Verhalten von Seiten der Forscher, die die polnischen Geschichts-Quellen am besten kannten und dieselben auch leicht zu benutzen im Stande waren, spricht ganz entschieden zu Gunsten der von ihnen vertheidigten Meinung. Aus diesem Grunde glaube ich, dass eine nochmalige Erörterung dieses Gegenstandes nicht überflüssig sein dürfte.

Nach den ausgezeichneten Untersuchungen von RÜTIMEYER[7]) lebten in Europa neben dem Bison in vorhistorischen Zeiten vier verschiedene Rinder-Formen (Bos), namentlich: Bos primigenius, Bos trochoceros, Bos frontosus und Bos brachyceros.

Nach der Ansicht dieses Autors geht der erstere, d. h. Bos primigenius, in etwas ältere Schichten hinab und seine Ueberreste

1) WAGA, O turach i żubrach. (Ueber Tury und Żubry.) Biblioteka Warszawska. (Bibliothek von Warschau.) Bd. I. 1843. p. 182—189.

2) BOJANUS, De Uro nostrate ejusque sceleto commentatio. Nova Acta M.-Phys. Academiae Caes. Leopoldino Carolinae Naturae Curiosorum. Bd. XIII, Theil 2, 1827. p. 420—422.

3) JUNDZIŁŁ, Zoologia krótko zebrana. (Kurz gefasste Zoologie.) 4. Auflage. Wilno 1829. Bd. I. p. 234.

4) JAROCKI, Pisma rozmaite. (Vermischte Schriften.) Warschau 1830. Bd. II. p. 277—280. Zubr oder der lithauische Auerochs. Hamburg 1830.

5) PUSCH, Polens Paläontologie. Stuttgart 1838. p. 195—209. WIEGMANN's Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 47—137.

6) Vergl. CUVIER, Historia Nauk przyrodzonych. (Geschichte der Naturwissenschaften.) In's polnische übersetzt und mit Zusätzen bezüglich der polnischen Literatur bereichert von BELKE und KREMER. Bd. II. Wilno 1854. p. 99. Anmerkung von Prof. ADAMOWICZ.

7) Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XXIII. 1868.

gehören grösstentheils wilden Thieren an. Bos trochoceros repräsentirt die weiblichen Exemplare des wilden Bos primigenius, andererseits aber entspricht derselbe einer zahmen Raçe, da das zahme Vieh in beiden Geschlechtern die weiblichen Gestalten des wilden Stammes mitunter annimmt. Bos frontosus ist nach Rütimeyer eine künstlich durch Züchtung hervorgebrachte Raçe. Die Bedeutung des Bos brachyceros ist ihm dagegen unklar geblieben, da er noch nicht zu entscheiden im Stande war, ob derselbe als eine zahme, vom Bos primigenius stammende Raçe, oder als eine selbständige Art anzusehen sei.

In neuester Zeit ist von M. Wilkens[1]) noch eine fossile Rinder-Raçe, Bos brachycephalus, aus dem Laibacher Moor beschrieben worden. Wilkens ist der Meinung, dass diese Raçe, die gegenwärtig durch das Rind von Osttirol und Eringerthal im Canton Wallis repräsentirt wird, am nächsten mit Bison priscus verwandt sei und von demselben abzuleiten wäre.

Auf diese Weise sind aus vorhistorischen Zeiten in Europa nur der langhörnige Bos primigenius und der kurzhörnige Bos brachyceros, als wilde Repräsentanten ihrer Gattung bekannt.

Wenn man nun auf Grund historischer Quellen den Nachweis liefern könnte, dass in Europa und speciell in Polen zwei verschiedene wilde Rinder-Arten existirt haben, so würde es sich als sehr wahrscheinlich herausstellen, dass die eine nur den, in fossilem Zustande so verbreiteten Bison, die andere aber den Bos primigenius oder Bos brachyceros repräsentiren könnte. Falls es aber ausserdem noch gelänge nachzuweisen, dass dieses zweite wilde Rind mit langen Hörnern bewaffnet gewesen ist, so würde dies jedenfalls ausreichen, um sich für berechtigt zu halten, dieses Rind als Bos primigenius zu bezeichnen. Dieses scheinbar untergeordnete Kennzeichen würde nämlich ausreichen, um die zoologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten dieser zweiten wilden Rinder-Art festzustellen.

Auf diese Weise erübrigt es nur die Frage zu entscheiden, ob in Europa und speciell in Polen in historischen Zeiten neben dem Bison noch ein langhörniges wildes Rind in der That existirt habe.

Die Ueberreste von Bos primigenius sind in den schweizer[2]) und laibacher[3]) Pfahlbauten, und in Skandinavien unter einer zehn

1) M. Wilkens, Ueber die Schädelknochen des Rindes aus dem Pfahlbau des Laibacher Moores. Mittheilungen der antropologischen Gesellschaft in Wien. 1877. Bd. VII, No. 7, 8. p. 165—175.

2) Rütimeyer, Archiv für Antropologie. Bd. I. p. 221.

3) M. Wilkens, L. c. p. 165.

Fuss dicken Torflage gefunden worden, die zu ihrer Bildung kaum mehr als 1000 Jahre in Anspruch genommen haben dürfte [1]. Wir besitzen mithin ganz sichere paläontologische Beweise, dass dieses Thier in vorhistorischen Zeiten, in Skandinavien sogar im IX. Jahrhundert unserer Aera existirt hat.

Die erste und wichtigste Frage nach der gleichzeitigen Existenz des Tur oder Bos primigenius und des Menschen, ist demnach endgültig gelöst: es bleibt aber noch zu erörtern, wie lange dieses Rind in Europa und insbesondere in Polen sich erhalten hat.

Verschiedene Zeugnisse von Caesar, Plinius, Seneca, Martialis, Grégoire de Tours, Fortunat, Lucas David, Ekkehard, Cantaprinus, Joh. Marignola und anderen, so wie auch entsprechende Stellen aus den Leges-Allemanorum und den Nibelungen, sind schon aus den oben citirten Werken und Abhandlungen von Cuvier, v. Brincken, H. Mayer, A. Wagner, v. Baer und Brandt bekannt. Ich beabsichtige meinerseits nur die Frage über die Existenz des Tur in Polen und die Zeit seines Aussterbens in diesem Lande näher zu erörtern; eine nochmalige Wiederholung aller eben erwähnten Zeugnisse erscheint folglich überflüssig und ich gehe unmittelbar zu meiner speciellen Aufgabe über.

Ueber Tur und Żubr (Bison) berichtet Sigmund von Herberstein Folgendes: [2]

Feras habet Lithuania, praeter eas, quae in Germania reperiuntur, Bisontes, Uros, Alces, quos alii onagros vocant, equos silvestres. Bisontem Lithuani lingua patria vocant Suber: Germani impropriè Aurox, vel Urox: quod nominis uro convenit, qui plane bovinam formam habet, cum bisontes specie sunt dissimillima. Iubati enim sunt bisontes, et villosi secundum collum et armos, barba quadam a mento propendente, pilis muscum redolentibus, capite brevi, oculis grandioribus, et torvis, quasi ardentibus, fronte lata: cornibus plerumque sic diductis et porrectis, ut intervallum eorum tres homines bene

1) Brandt, l. c. p. 216.

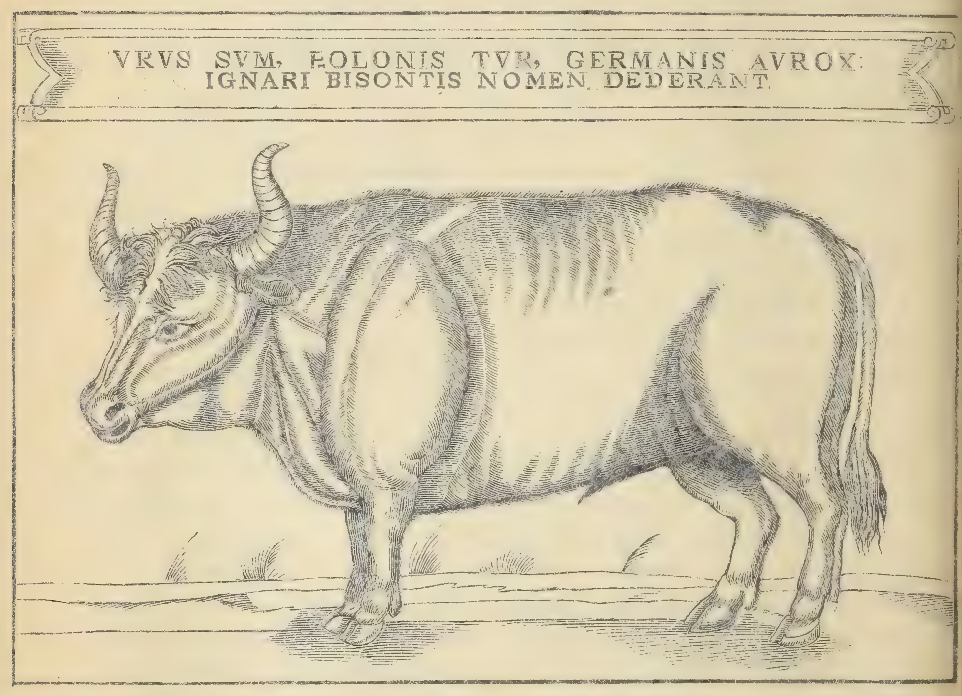
2) Rerum moscoviticarum commentarii Sigismundi liberi Baronis in Herberstein, Neyperg et Guettenhag: Quibus Russiae ac Metropolis eius Moscoviae descriptio, chorographicae tabulae, Religionis indicatio, Modus excipiendi et tractandi oratores, Itineraria in Moscoviam duo, et alia quaedam continentur. His primum accedunt, Scriptum recens de Graecorum fide, quos in omnibus Moscorum natio sequitur: et Commentarius de Bellis Moscorum adversus finitimos Polonos, Lituanos, Suedos, Livonios, et alios gestis, ad annum usque LXXI, scriptus ab Joanne Lewenclaio. Cum Caes. et Regiae Maiest. gratia et privilegio ad decennium. Basileae ex officina Oporiniana. 1571, p. 109, 110.

corpulentos insidentes capere possit: cuius rei periculum factum perhibetur a rege Poloniae Sigismundo, huius, qui nunc regnat Sigismundi Augusti patre, quem bene habito et firmo corpore fuisse scimus, duobus aliis se non minoribus sibi adiunctis. Tergum ipsum ceu gibbo quodam attolitur, et priore et posteriore corporis parte demissiore. Qui venantur bisontes eos magna vi, agilitate et solertia praeditos esse oportet. Deligitur locus venatui idoneus, in quo sint arbores iustis diremptae spaciis, truncis nec crassis nimis, ut facile circumiri possint, nec parvis, ut ad tegendum hominem sufficiant. Ad has arbores singuli venatores disponuntur, atque ubi canibus persequentibus exagitatus bisons eum in locum propellitur, qui primus ex venatoribus sese profert, in eum magno impetu fertur. At is obiectu arboris sese tuitur, et qua potest percutit venabulo feram: quae ne saepius quidam icta cadit, sed incensa magis et magis rabie, non tantum cornua, sed etiam linguam vibrat: quam ita scabram et asperam habet, ut venatorem solo vestis eius attactu comprehendat et attrahat: nec ante relinquat, quam occidat. Quod si quis forte circumcursitando et feriendo delassatus respirare cupit, is ferae obiicit pileum rubrum, in quem et pedibus et cornibus saevit. Si vero alteri in idem certamen non confecta fera descendere libet, ut fieri necesse est, si salvi illinc abire velint: is eam facile in se provocat si vel semel sono barbaro Lululu succlamarit.

Uros sola Masovia Lithuaniae contermina habet: quos ibi patrio nomine Thur vocant, nos Germani proprie Urox, dicimus. Sunt enim vere boves silvestres, nihil a domesticis bobus distantes, nisi quod omnes nigri sunt, et ductum quendam instar lineae ex albo mixtum per dorsum habent. Non est magna horum copia: suntque pagi certi, quibus cura et custodia eorum incumbit: nec fere aliter quam in vivariis quibusdam servantur. Miscitur vaccis domesticis, sed non sine nota. Nam in armentum postea, perinde atque infames, a caeteris uris non admittuntur: et qui ex eiusmodi mixtione nascuntur vituli, non sunt vitales. Sigismundus August rex mihi apud se oratori donavit exenteratum unum, quem venatores eiectum de armento semivivum confecerant: recisa tamen pellae, quae frontem tegit, quod non temere factum esse credidi: quanquam cur fieri soleret, per incogitantiam quandam non sum percontatus. Hoc certum est, in precio haberi cingulos ex uri corio factos, et persuasum est vulgo, horum praecinctu partum promoveri. Atque hoc nomine regina Bona, Sigismundi Augusti mater, duos hoc genus cingulos mihi dono dedit: quorum alterum serenissima Domina mea, Romanorum Regina, sibi a me donatum, clementi animo accepit.

Diese kurzen Berichte sind von Herberstein durch zwei Abbildun-

gen, von denen die eine den Tur (pag. 111), die andere (pag. 112) den Żubr darstellt, näher erläutert worden (vergl. die Abbildungen). Jede dieser Abbildungen hat er mit einer Ueberschrift versehen, die noch einmal vor der Verwechslung der Namen Tur und Żubr warnt; über der Abbildung von Tur findet sich die Ueberschrift: »Urus sum, Polonis Tur, Germanis Aurox: ignari bisontis nomen dederant«, über der von Żubr: »Bisons sum, polonis suber, germanis bisont: ignari uri nomen dederant«.



Facsimile der photographisch zur Hälfte verkleinerten Abbildung Herberstein's von Tur.

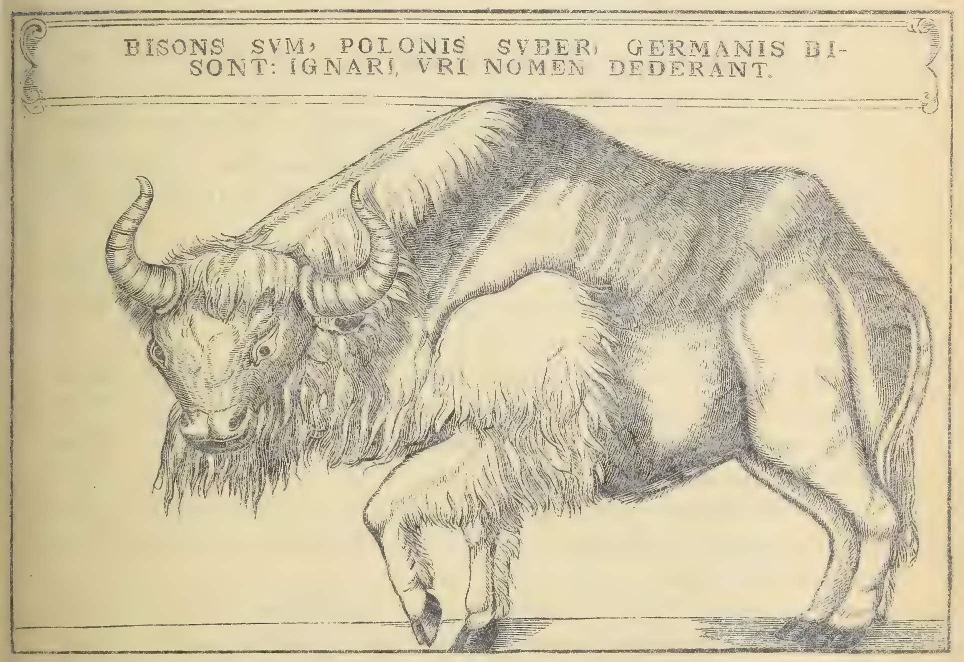
Die angeführten Berichte Herberstein's über den masowitischen Tur, können, wie Pusch richtig hervorhebt, erst dann gehörig gewürdigt werden, wenn man seine Reisen durch und nach Polen näher in's Auge fasst. Dieselben sind aber von Pusch so mangelhaft dargestellt worden, dass sie hier noch einmal besprochen werden müssen.

Alle Reisen Herberstein's sind bereits von Adelung [1]), so wie auch

1) Friedrich Adelung, Siegmund Freiherr von Herberstein, mit besonderer Rücksicht auf seine Reisen in Russland. St. Petersburg 1818.

einige derselben vom Grafen Przezdziecki[1]) ausführlich besprochen worden. Aus diesen beiden Werken werde ich hier so viel mittheilen, als zur Aufklärung des uns beschäftigenden Gegenstandes nothwendig erscheint.

Gegen Ende des Jahres 1516 wurde Herberstein vom Kaiser Maximilian I. zu einer wichtigen Sendung nach Polen und Moskau designirt. Am 5. Februar 1517 traf er in Krakau ein, wo er einige Tage ausruhte, darauf begab er sich nach Wilno und von dort nach Nowogród, wo er



Facsimile der photographisch zur Hälfte verkleinerten Abbildung Herberstein's von Żubr.

seine Leute und Pferde zurückliess; am 18. April langte er endlich in Moskau an und verliess diese Stadt erst am 22. November. Auf seiner Rückreise über Smoleńsk traf er am 9. December 1517 in Wilno ein, wo er einige Tage ausruhte, um seine in Nowogród zurückgelassenen Leute zu erwarten, »quibus receptis, mox inde quatuor miliaribus de via in Troki deflexi, ut ibi in quodam

1) A. Przezdziecki, Jagiellonki w Polsce w XVI wieku. (Die weiblichen Jagellonen in Polen im XVI. Jahrhundert.) Krakau 1868. Bd. I. p. 55, 103, 104, 172, 243.

horto conclusos ac conceptos Bisontes, quos alii Uros, Germ. vero Auroxn appellant viderem« (Commentarii, 1571, pag. 142). Am 25. Januar 1518 befand sich Herberstein wieder in Krakau, von wo aus er sich nach Wien begab und am 22. März langte er in Insbruck an, wo sich damals der Kaiser aufhielt.

Seine zweite Reise nach Moskau trat Herberstein am 12. Januar 1526 an, kam nach Moskau am 26. April, trat die Rückreise am 12. Januar 1527 an und traf in Prag am 15. Februar ein.

Am 11. Januar 1528 ging er nach Piotrków (Petrikau) und kam am 11. März nach Wien zurück.

Im Februar 1529 unternahm Herberstein über Mähren und Schlesien eine Reise nach Wilno, wo er am 20. März anlangte. Am 7. April trat er die Rückreise nach Wien an, wo er am 25. Mai wieder eintraf.

In demselben Jahre (1529) wurde Herberstein noch einmal nach Polen gesandt. Er traf in Krakau am 10. Juli ein und verliess diese Stadt erst wieder am 29. October.

Am 19. September 1530 begab sich Herberstein nach Posen, wo er am 4. October anlangte, und trat seine Rückreise am 11. November an.

Am 25. Mai 1531 unternahm Herberstein eine Reise nach Krakau, wo er am 14. Juni anlangte, und verliess diese Stadt wieder am 7. Juli.

Am 22. August 1539 reiste Herberstein wieder nach Krakau und verliess diese Stadt am 11. September.

Im September 1540 wurde er wieder nach Polen gesandt, und betrieb seine Geschäfte so rasch, dass er Wilno am 5. October schon verlassen konnte.

Am 20. Juni 1542 reiste er abermals nach Krakau, wo er schon am 28. desselben Monates eintraf, und trat seine Rückreise am 20. Juli an.

Im folgenden Jahre (1543) musste Herberstein, als Hofmeister der Erzherzogin Elisabeth, die königliche Verlobte ihrem Bräutigam Sigismund August nach Polen zuführen. Am 21. April reiste die künftige Königin mit ihrem Gefolge von Wien ab, am 25. Mai hielt sie ihren feierlichen Einzug in Krakau und wurde am folgenden Tage gekrönt. Herberstein verliess Krakau am 25. Mai.

Im Jahre 1545 unternahm Herberstein eine Reise nach Polen, um den Brautschatz der jungen Königin zu überbringen. Er traf am 26. Februar in Krakau ein, wo er bis zum April verweilen musste.

1550 unternahm Herberstein eine Reise nach Piotrków, wo er über Stara Krzepica, Brzeźna und Rozprza am 6. Mai anlangte, und trat seine Rückreise Ende Juli an.

Im Anfange des Jahres 1552 musste Herberstein wieder eine Reise nach Piotrków unternehmen; am 26. März war er wieder in Wien.

Als Hofmeister der jüngeren Tochter Ferdinand's, Catharina, sollte Herberstein dieselbe ihrem Bräutigam Sigismund August zuführen. Am 10. Juni 1553 trat die königliche Braut mit ihrem Gefolge die Reise nach Polen an, traf am 29. desselben Monats in Krakau ein, wurde am 30. gekrönt und am 31. war ihre Vermählung. Gleich nach den Festlichkeiten verliess Herberstein Polen und kam am 25. August nach Wien zurück.

Es liegt auf der Hand, dass Herberstein sich selbst widerspricht, wenn er zuerst angiebt, dass der Tur in Litthauen vorkomme, dann aber behauptet, dass sich derselbe ausschliesslich nur in Masowien finde. Herberstein hat aber, wie wir gesehen haben, so häufig Polen besucht und hat der Geographie der besuchten Länder so viel Aufmerksamkeit gewidmet, dass dieser Widerspruch sehr wohl als ein lapsus calami angesehen werden darf. Ausserdem hat er allerdings verschiedene Jäger-Märchen über den Bison Anderen nacherzählt. Ich gebe auch gern zu, dass Herberstein höchst wahrscheinlich Masowien gar nicht besucht hat. Pusch [1]) hebt nämlich ganz richtig hervor, dass er während seiner zweimaligen Reisen nach Moskau Masowien selbst nicht direct berührt habe, und andererseits kann man aus der Richtung und dem Ziel seiner so häufig wiederholten Reisen nach Polen, deren Itinerarien weder von Adelung noch Przezdziecki näher angegeben werden, wohl schliessen, dass er diesem eigentlichen Vaterlande des Tur keinen unmittelbaren Besuch abgestattet habe.

Alle diese Einwendungen beweisen aber nicht, dass das, was Herberstein über den Tur mittheilt, unrichtig sei, um so mehr, als zu Gunsten seiner Angaben gewichtige Gründe zu sprechen scheinen.

Herberstein hat, wie oben gezeigt, lebende Bisonten in Troki gesehen und daneben diese Thiere auch nach den Bälgen untersuchen können, die er vom Könige Sigismund I. erhalten und als Seltenheit in seinem Hause aufgestellt hatte [2]). Von Sigismund August, der erst im Jahre 1548 den Thron bestieg, bekam Herberstein einen todten Tur, den er mit den ihm schon bekannten Bisonten wohl verglichen, dessenungeachtet aber als ein, von diesen letzteren verschiedenes, dem gewöhnlichen Stiere aber ganz ähnliches Thier beschrieben hat. Es

1) Pusch, Neue Beiträge zur Erläuterung und endliche Erledigung der Streitfrage über Tur und Żubr (Urus und Bison). Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte. 1840. p. 52—55.

2) Adelung. L. c. p. 98. Anm. 7.

scheint somit kein Grund zu der Annahme vorhanden zu sein, dass HERBERSTEIN so bedeutende Unterscheidungsmerkmale für Thiere angegeben hätte, die, wie PUSCH zu beweisen sucht, nur einem und demselben Thiere, nämlich dem Bison zukommen sollen.

Die Angaben von HERBERSTEIN werden auch dadurch bestätigt, dass sie mit den Resultaten paläontologischer Forschungen übereinstimmen. Das eine Rind ist nämlich als Bison, das andere aber als ein mit langen Hörnern, schmaler, langer Stirn, glatt anliegenden Haaren und einer Wamme versehener Ochs, d. h. als ein dem Bos primigenius gleichzustehendes Thier geschildert und abgebildet worden, was mit den oben angedeuteten Untersuchungen von RÜTIMEYER vollständig übereinstimmt.

Die Richtigkeit von HERBERSTEIN's Berichten wird endlich auch dadurch bestätigt, dass die Abbildungen des Tur und Żubr, die den zwei letzten Ausgaben seiner »Commentarien« (Basileae 1556 und 1571) beigefügt sind[1], nach der Natur entworfen zu sein scheinen. GESNER[2] macht über dieselben folgende, von PUSCH merkwürdiger Weise übersehene Bemerkung: »Haec uri icon et bisontis quam paulo ante in historia bisontis dedimus, ad vivum redditae sunt, ut Wolfgangus Lazius nobis asseruit, cura nobilissimi doctissimique herois Sigismundi Liberi Baronis in Herberstein«.

Die vorliegenden Berichte HERBERSTEIN's beweisen, meiner Meinung nach, die Existenz zweier wilden Rinder-Arten, d. h. des Tur und Żubr, welche in Polen noch im XVI. Jahrhunderte vorhanden gewesen sind, oder machen dieselbe mindestens höchst wahrscheinlich.

GESNER[3] theilt folgende Briefe von ANTON SCHNEEBERGER und JOHANN BONAR über den polnischen Tur mit:

Quoniam paulo ante Thuri seu Turonis Sarmatici seu Masovitici mentio facta est, hic adiiciam, quae post superiora scripta et edita ad me a viris doctis de illo animal scripta sunt. Ac primum D. Antonius Schneebergensis in quadam ad me epistola sic scribit. Thuros incolae

1) In der ersten, in Wien höchst wahrscheinlich 1549 erschienenen Ausgabe, sind weder Beschreibungen noch Abbildungen des Tur und Żubr vorhanden, die erst der Folio-Ausgabe (Basileae 1556) beigefügt sind; nach dieser Ausgabe ist die letzte Ausgabe Basileae 1571 so genau abgedruckt worden, dass sogar die Seitenzahl dieser beiden Ausgaben genau übereinstimmt. Vergl. ADELUNG. L. c. p. 317—336. Mir stand nur diese letztere Ausgabe der »Commentarien« zu Gebote.

2) CONRADI GESNERI, Medici Tigurini. Historiae Animalium Liber primus. De Quadrupedibus viviparis. Francoforti 1602. p. 145.

3) GESNER. L. c. p. 141, 142.

venatores bisontes et bubalos manifesto errore nominant: quidam tamen boves silvestres simpliciter ac melius appellant. Quidam Pyrrhicas boves nominandos censent, quoad verior appelatio proferatur. Bobus domesticis admodum similes sunt, multo vero majores, pilisque elongatioribus vestiti, cornua bina in anteriorem partem incurvata, graciliaque habent. Frons propter pilos crispos et contortos terribilem aspectum ipsorum reddit. Ungula fissa, magis cava quam domesticorum. Faeminae minores maribus sunt, minusque elongatae. Mas dum nascitur pilos habet castanei colorit (schwarzbraun, dunkelbraun oder schwarzaschenfarb: plowy Poloni nominant) intra semestre vero tempus omnino nigrescunt, spinae dorsi linea latitudinae duorum digitorum subnigra permanente. Faeminae supradictum colorem semper retinent, rarissimique nigrae reperiuntur. Agunt in silvae Hercyniae parte a Warschavia principatus Masoviae primaria civitate quinque miliaribus distante, prope Sochaczowam et Koszkami [1]) pagos. Plaerunque in densissimis silvae partibus versantur, in eadem silva cervi, doreades, apri, sed hi rariores sunt. Autumni tempore glandibus quercinis (sunt autem in ista silva ingentis magnitudinis quercus; ferunt quasdam quinque orgyas in circuitu excedere) vescuntur, tuncque corpulentiores nitidioresque quam alias apparent. Hyeme frondes virgultorum et arborum depascuntur: datur vero etiam foenum quod aestatis tempore rustici praedictorum pagorum pro thuris comparaverunt, in aestate in agros silvis relictis exeunt, frumentaque demessa devorant, saturique reliquum cornubus disiiciunt, nisi canibus depellantur. Ferunt quinquagesimo septimo anno plures ob frigoris vehementiam obiisse, nunc vero ultra quinquaginta esse coniiciunt, certus enim eorum numerus celatus, nescio qua superstitione moti id factitant. Hyeme gregatim ambulant, unoque in loco instar exercitus cuiusdam quiescunt. Aestate vero singuli hinc inde per solitudinem devagantur, quod si quis remotius abierit, nec per aliquot dies apparuerit (venatores enim constituti sunt qui singulis diebus ipsos adeant) summa cum diligentia inquiritur, canibusque reverti cogitur. Animal velocissimum est, sed non diuturnum: paucos ferunt annum decimum quintum supervixisse, a lupis nullum damnum accipiunt, nisi quando nuper nati seorsim vagantur, tunc enim a lupis devorantur. Hominem non timet thurus, nec obviantem fugit, imo impetu erga eum irruenti vix parum de via cedit. Quod si quis eum perterrefacere vel clamore, vel alicuius rei proiectione conetur, ne minimum quidem irritaverit, sed in suo loco firmiter persistens, os saltem aperit, dilatumque mox

1) Eigentlich Kaski, südöstlich von Sochaczew.

claudit, ac si hominem conatum irrideret. Ubi in via comederit aliasve steterit circumire eum opportet vel in curru etiam sedens, ipse namque de via haud discesserit. Lacessiti vehementer excandescunt: quod si is provocavit se in terram prostraverit, nihil incommodi accipiet, prostratis namque prout leones parcunt, mira clementia, at si lacessere non destiterit, cornubus petunt, iisque in sublime iaciunt. Mense Septembre coeunt; dum vero veneris libidine ardent, frequentia eaque acerrima duella committunt, atque interdum ambo exanimes concidunt. Venatores autem eum quem caeteris robustiorem, aliosque perpetuo ad duellum provocantem animadverterint ex regis iussu infra scribenda ratione venantur. Sed eos quoque venantur, qui cum vaccis domesticis coire observati fuerint: domesticae namque vaccae ex iis quidem concipiunt, sed vel abortum faciunt, vel foetum haud duraturum pariunt. Maio tandem pariunt; quaedam more domesticarum vaccarum in septembre: hoc vero rarius contingit, suntque autumnales foetus imbeciles, minimeque supervivunt propter hyemis intensum frigus. Quum pariendi tempus instat faemina in densissima silvae loca abscedit, illicque cum foetu dies plus minus viginti permanet: tandem ubi iam firmiorem, salientemque viderit ad pascua producit, dilligenter ne foetus a venatoribus capiatur, vel a lupis dilanietur custodiens. Saepius vitulos thurorum ablatos domesticis vaccis educandos apposuerunt, sed frustra, omnes namque interierunt. Nunquam nisi rege iubente venantur: ad venationem plurimi equites peditesque cum sagittis, bombardis, canibus pluribus exeunt. Mox eum quem venari constituerunt clamoribus, canumque latratu a caeteris secedere cogunt, interim vero equites et bombardas gestantes etc. sese partim in fossis, partim post arbores grandiores abscondunt, ne bellua multitudine hominum conspecta furiosa fiat. Ubi segregatus seiunctusve fuerit ex bombardis petitur, ipse tamen nihilominus et si plurimos globos exceperit furens discurrit interdum per integrum diem et ultra, quoad in pectus ictus fuerit, tunc n. citissime cadit. Rustici continuo ligna caedunt quae super eum oblique, transversim, rectaque iniiciunt, his ipsi firmiter insistentes belluam ne se denuo ad resistendum commoveat constringunt, itaque detento adhuc viventi cutem illam crispis et contortis pilis terribilem aspectum belluae reddentem atque in fronte inter duo cornua existentem detrahunt: eaque detracta tandem interimunt: mox vero interempto cor eximunt, quo per medium dissecto ossiculum parvum crucis formam referens reperiunt, quod cum cute de fronte detracta regi transmittunt, magnique utrumque aestimant. Ferunt quidam ossiculum illud praegnantibus, ac in partu graviter laborantibus prodesse. Carnes aliquando recentes, interdum salitae in

cute regi transmittunt. Audivi Sigismundum sanctissimae memoriae regem aliquoties imperatori Carolo quinto carnes thuri salitas magni muneris loco misisse.

His autem adiecit illustris Baro D. Bonarus quae sequuntur.

Pyrrhicas boves nominare nullo modo possum assentiri, quoniam cum primus omnino exterorum Regum Pyrrhus Elephantes in Italia ostendit, propterea poëtae quidam per antiphrasim Pyrrhicas boves vocaverunt, et quia in Lucania primo sunt visi, ausi nonnulli appellare lucae boves, sed quantum absunt Elephantes a bobus omnes sciunt. Ideo non videtur mihi eos appellare lucas boves vel Pyrrhicas boves esse, cum non sint. Et hoc (Thur sc.) longe aliud genus animalium differens ab Elephante, caetera bovi simile. Longe adhuc melius vocare possumus Sarmaticum sive Masoviticum bovem. Cum satis constet hoc animal nusquam reperiri, quam in Sarmatia. Ac saepius mihi hac de re cogitanti quale hoc utique genus belluarum esset, nihil alliud in mentem venire potuit quam casu haec animalia ex egregio aliquo bove procreata in eum numerum exrevisse: aut Bisontem, quos etiam habet Masovia cum vacca domestica congressum hanc edidisse prolem, qua deinde multiplicata conspectaque iussu Regum sive Principum loci illius custodiri caepta, et in hunc usque diem custoditur, ita ut isti boves silvestres evaserint nec pro domesticis haberi possint, nomen autem illis inditum Thur, quia sive equus sive quodcunque animal generose atque alacriter incedit, dicimus idiomate nostro Polono incedit tanquam Thur. Sed quia negligentia hominum, atque inopia scriptorum, nihil plane constat, neque invenitur quo tempore aut sub quo Principe ortum suum coeperint haec animalia, sic etiam difficile est indicare an propter illorum alacritatem illis inditum sit nomen Thur, vel an propter animantium superbiam in alia quoque animalia haec verbi Ethymologia derivetur.

Pellis huius bovis postqua expurgata fuerit tenerrimis nigris pilis contegitur, quae deinde scinditur in cingulos quibus praegnantes cinctae miram facilitatem pariendi sentiunt. Corrigium autem est valde spissum, ita ut propter duritiem in nullum alium usum aptum sit, quam in phaleras et ephippia equorum cum sit plane incorruptibile.

Einer näheren Analyse dieser Berichte will ich vorläufig eine kurze Nachricht über die Lebensgeschichte von Schneeberger und Johann Bonar vorausschicken, was um so mehr am Platze sein dürfte, als Pusch diesen Gegenstand höchst ungenau behandelt hat.

Ueber Schneeberger theilt Pusch [1]) Folgendes mit: »Anton von

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 87, 88.

Schneeberger, ein Einwohner von Krakau, wird von polnischen Schriftstellern nirgends genannt, ich habe aller Mühe ohngeachtet nicht ausmitteln können, wer er eigentlich war; sein deutscher Name beweist nur, dass er höchst wahrscheinlich ein deutscher Kaufmann oder Gewerbsmann war, wie diese damals nach den polnischen Annalen so wie noch heute in allen grösseren polnischen Städten sich niederliessen, da die Nationalpolen selten nur Neigung und Geschick für Handel, Kunst und Handwerk gezeigt haben. Der Mann lebte also als ein Ausländer in Krakau, in einer Gegend, in welcher auch die polnischen Annalen und Topographen niemals das Vorkommen des Żubrs und Turs erwähnen.«

Den eigenthümlichen Schlussfolgerungen von Pusch ist Folgendes entgegenzuhalten. Es ist zunächst kaum zu begreifen, warum der deutsche Name eines in Polen sesshaften Mannes beweisen soll, dass er höchst wahrscheinlich ein Kaufmann oder Gewerbsmann gewesen sei. Zweitens ist es unrichtig, dass Schneeberger von polnischen Schriftstellern nirgends erwähnt wird, nämlich:

Simler [1]) theilt im Jahre 1574 das Verzeichniss der schon publicirten und zum Drucke vorbereiteten Werke von Schneeberger mit.

Martin Siennik [2]) berichtet im Jahre 1563, dass Schneeberger durch seinen »Catalogus stirpium quorundam etc.« für die polnische Flora viel geleistet habe.

Schneeberger wird auch von Rzączyński [3]) citirt.

Dr. Arnold [4]) berichtet im Jahre 1844, dass Schneeberger unter

1) Bibliotheca Gessneriana in Epitomen redacta per Jos. Simler. Citirt nach dem Werke von Ossoliński. Bd. II. p. 250. Anm. 1.

2) Vergl. das unten citirte Werk von Ossoliński. Bd. II. p. 253. Nach den Angaben von Dr. Kremer schliesse ich, dass sich diese Nachricht in der im Jahre 1563 datirten Vorrede befindet, welche Siennik der von ihm besorgten zweiten Ausgabe des Werkes: »Lekarstwa doświadczone które zebrał uczony lekarz Pana Jana Pileckiego. 1564« (Erprobte Arzeneien, welche der gelehrte Arzt des Herrn Johann Pilecki gesammelt hat) beigefügt hat. Vergleiche: Cuvier's Geschichte der Naturwissenschaften, ins Polnische übersetzt u. s. w. von Gustav Belke und Alexander Kremer. Wilno 1854. Bd. II. p. 202.

3) Rzączyński, Historia naturalis curiosa Regni Poloniae, Magni Ducatus Lithuaniae annexarumque provinciarum. Sandomiriae. Typis Collegii Soc. Jesu. 1721. p. 203.

4) Georg Christian Arnold, O hojności królów i względach Panów Polskich dla rzeczy lekarskiej i lekarzy. Roczniki Warszawskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk. (Ueber die Freigiebigkeit der Könige und die Rücksichten der polnischen Magnaten zu Gunsten der medicinischen Angelegenheiten und Aerzte. Jahrbücher der Warschauer Gesellschaft der Freunde der Wissenschaften.) Warschau 1844. Bd. VII. p. 251.

der Regierung des Königs Sigismund August für die Gesundheit polnischer Krieger grosse Sorge getragen habe.

Die Lebensgeschichte, besonders aber die wissenschaftliche Thätigkeit von SCHNEEBERGER ist am eingehendsten im Jahre 1819 vom Grafen OSSOLIŃSKI [1], so wie auch später von Dr. GĄSIOROWSKI [2], Dr. KREMER [3] und SAPALSKI [4]) besprochen worden. Diese drei letzteren Berichte über SCHNEEBERGER sind aber blosse Auszüge aus dem Werke von OSSOLIŃSKI, dem ich Folgendes entnehme.

ANTON SCHNEEBERGER war in Zürich geboren, wo er bei KONRAD GESNER die lateinische und griechische Sprache, so wie auch die Elemente der Medicin erlernte: er setzte das Studium der Medicin in Basel fort und begab sich, nach bereits erfolgter Uebersiedelung nach Polen, noch nach Montpellier, um seine medicinischen Kenntnisse zu vervollständigen.

SCHNEEBERGER bemühte sich die Naturproducte Polens zu erforschen und, obwohl in Krakau ansässig, bereiste er Klein-Russland, Lithauen und Preussen, es sind aber keine Angaben vorhanden, ob er Masowien, wo Tury einheimisch sein sollten, einen Besuch abgestattet hat. In seinem Eifer, die Naturproducte mit eigenen Augen zu studiren, erklomm er schroffe Berge, durchwanderte Gebüsche und Wildnisse, durchwatete Moräste und legte überhaupt ermüdende Touren zurück. Seine Entdeckungen theilte er seinem Lehrer mit, dem er auch seltenere Naturproducte zuschickte.

Die wissenschaftliche Thätigkeit von SCHNEEBERGER entwickelte sich hauptsächlich auf dem Felde der praktischen Medicin. Er publicirte viele medicinische Werke und Abhandlungen, unter Anderem auch den »Catalogus stirpium quorundam latine et polonice conscriptus; Cracoviae apud Lazarum Andream. 1557«. In diesem, ziemlich trockenen Verzeichnisse wird jede Pflanze mit entsprechenden lateinischen und polnischen Namen bezeichnet; diese letzteren sammelte SCHNEEBERGER während seiner Reisen aus dem Munde

1) JOHANN MAXIMILIAN ZU TENCZYN OSSOLIŃSKI, Wiadomości historyczno-krytyczne do dziejów literatury polskiej. (Historisch-kritische Nachrichten zur Geschichte der polnischen Literatur.) Krakau 1819. Bd. II. p. 256—296.

2) GĄSIOROWSKI, Zbiór wiadomości do historii sztuki lekarskiej w Polsce. (Sammlung von Nachrichten zur Geschichte der Arzneikunde in Polen.) Posen 1839. Bd. I. p. 238.

3) CUVIER'S Geschichte der Naturwissenschaften, in's Polnische übersetzt. Bd. II. p. 210 und folgende.

4) SAPALSKI. In der »Przyroda i przemysł«. (Zeitschrift für Natur- und Gewerbekunde.) Warschau 1876.

des Volkes selbst. In früherer Zeit sind bereits zwei in polnischer Sprache gefasste Pflanzenbeschreibungen von Stephan Falimierz (1534) und Hieronim Spiczyński (1554) erschienen, das oben genannte Werk von Schneeberger hat aber wesentlich die botanischen Forschungen in Polen belebt.

Das oben Mitgetheilte beweist gewiss nicht, dass alles, was Schneeberger über den Tur mittheilt, unbedingt richtig sei, zeigt aber augenscheinlich, dass er hochgebildet und, für jene Zeit, in den Naturwissenschaften wohl bewandert war.

Pusch [1]) behauptet, es sei ziemlich gewiss, dass Gesner die Nachrichten über den Tur von Seweryn Bonar, Żupnik (Administrator der Salzwerke) von Wieliczka und Bochnia, erhalten habe. Diese Annahme ist unrichtig und unnöthig, indem Gesner ausdrücklich sagt, dass er die Nachrichten über Bison und den weissen Marder von Johan Bonar [2]), über Elch und Suhak (Antilope saiga) von Jo. Bonar [3]) und endlich über die weissen Bären von Joh. Bonar [4]) erhalten habe.

Pusch hat merkwürdiger Weise diese Angaben von Gesner übersehen, obwohl er sein Werk so gründlich durchstudirt zu haben scheint, und die dort befindlichen Abhandlungen über die Rinder einer so eingehenden Kritik unterworfen hat.

Die Geschichte der Familie Bonar oder Boner ist von Pusch mangelhaft dargestellt worden, daher finde ich mich veranlasst, diesen Gegenstand noch einmal zu erörtern.

Ueber die Uebersiedelung der Bonar nach Polen berichtet Jodocus Ludovicus Decius [5]), der als Hausgenosse von Johann Bonar unseren vollen Glauben verdient.

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 89.

2) Adiiciam hic etiam descriptionem illam Bisontis quam anno 1561 ad me missa est a D. Johanne Bonaro Libero Barone. De Quadrup. viviparis. 1602. p. 129. In silvis Lithuanicis mardures sunt albi, Johannes Bonar a Balicze. L. c. p. 766.

3) Rursus generosus et illustris in regno Poloniae vir Jo. Bonerus a Balicze. L. c. p. 3. — Ex epistola, qua me dignatus est illustris vir dominus Jo. Bonar de Balicze, L. c. p. 361.

4) Parere tam albos quam nigros more aliorum animalium certum est, cum etiam ante aliquot annos in suburbano Regia maiestatis ursa captiva peperit. Joh. Bonar de Balicze illustris baro Castellanus. L. c. p. 942.

5) J. L. Decius, De Sigismundi Regis temporibus. 1521. p. CIX. Decius ist in Weissenburg im Elsass gegen 1485 geboren und nach dem Jahre 1576 in Polen gestorben. Durch Religionsverfolgungen wurde er genöthigt seine Geburtsstadt zu verlassen und nach Krakau überzusiedeln, wo er im Hause von Johann Bonar einige Zeit verlebte, wie er sich selbst ausdrückt: »in 14 ferme annis illi (d. h. Johanni Bonero) addictus fuerim.« (De Sigismundi Regis temporibus. p. CIX). Später, als Peter Tomicki, Kron-Unterkanzler von Polen, die hohen Fähigkeiten von De-

Decius publicirte über polnische Geschichte drei Werke: 1) De vetustatibus Polonorum. 2) De Jagellonum familia. 3) De Sigismundi Regis temporibus. In diesem letzteren Werke, das er selbständig als Augenzeuge abgefasst hatte, berichtet Decius über Johann Bonar und seinen Neffen Seweryn.

Die drei genannten Werke von Decius sind zusammen mit der »Chronica Polonorum« von Mathias de Miechów oder Miechowita im Jahre 1521 in Krakau bei Hieronimus Vietor gedruckt. Obwohl nun die »Chronica Polonorum« von Miechowita eine besondere und die Werke von Decius ihre eigene Pagination und Titel besitzen, so haben dennoch Bielski[1], Paprocki[2] und Okolski[3] diese letzteren Werke irrthümlicher Weise dem Miechowita zugeschrieben, was bereits von Niesiecki[4] berichtigt worden ist. Pusch[5] hat wieder die Nachrichten über die Bonar dem Miechowita zugeschrieben, das bezügliche Werk von Decius aber augenscheinlich nicht vor Augen gehabt, da er angiebt, dass diese Nachrichten in der »Chronica Polonorum« sich vorfinden, was entschieden falsch ist.

Martin Bielski theilt über die Bonar nichts Neues mit, insofern er einfach die Angaben von Decius wiederholt. Bartosz Paprocki referirt dieselben Angaben, fügt aber seinerseits Berichte über die Nachkommen von Seweryn Bonar hinzu, was Okolski vervollständigt und berichtigt hat. Niesiecki fasst endlich alle diese Nachrichten über die Bonar zusammen, seine eigenen Berichtigungen hier und da hinzufügend. Einzelne Nachrichten sind ausserdem in verschiedenen Schriften zerstreut.

Unter dem Jahre 1515 berichtet Decius[6], dass viele angesehene junge Leute wegen Religionsverfolgungen Weissenburg zu verlassen und theils nach Frankreich, theils nach Italien, theils nach Krakau auszuwandern gezwungen worden waren. Aus demselben Grunde ist

cius bemerkt hatte, wurde dieser letztere zum Secretair des Königs Sigismund ernannt, mit verschiedenen Aemtern bekleidet, und als Gesandter nach Venedig und Wien delegirt. Er ward im Jahre 1520 vom Kaiser Carl V. zum Ritter ernannt, und elf Jahre später erhielt er auch den polnischen Adel.

1) Bielski, Kronika (Chronik). Herausgegeben von Bohomolec. 1764. p. 456.

2) Bartosz Paprocki, Herbarz rycerstwa polskiego. (Wappenbuch der polnischen Ritterschaft.) Krakau beim Maciej Garwolczyk. 1584. p. 578.

3) Okolski, Orbis polonus etc. Cracoviae in Officina Typographica Francisci Caesarii 1641. Bd. I. p. 60.

4) Niesiecki, Herbarz polski. (Polnisches Wappenbuch.) Herausgegeben von Bobrowicz. Leipzig 1839. Bd. II. p. 224.

5) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 88.

6) Decius, De Sigismundi Regis temporibus. p. CVIII, CIX.

Reinfredus im Jahre 1435 nach Krakau übergesiedelt und hat bald darauf Seweryn Bethman nach Polen berufen. Decius zählt auch andere bedeutende Männer auf, welche aus Weissenburg nach Krakau übergesiedelt sind, und erzählt weiter:

»Evocatus est etiam a Wissenburgem in hoc regnum vir insignis Joannes Bonerus Landanus qui primis initiis ex mercatura opibus auctus, et apud divae memoriae Kazimirum, Joannem Albertum et Alexandrum Poloniae Reges in praetio habitus est. Postquam vero Invictissimus Sigismundus princeps res tutandas suscepit, tanto studio rempublicam saepius sustinuit, ut haut infimum meriti gratiaeque locum apud regem assequeratur, authoritatasque illius usque ad invidiam male hominum aetatis vicio, creverit. Bonerus Jacobum et Fredericum Andreamque fratres Poloniae induxit.

Johann Bonar erwies dem Könige Sigismund I. grosse Dienste, indem er die königlichen Güter geschickt verwaltete, so wie auch die wegen der übertriebenen Freigiebigkeit der Könige Albert und Alexander verfallenen Finanzen in kurzer Zeit in's Gleichgewicht brachte, so dass viele verpfändete Kronengüter und Einkünfte losgekauft, verschiedene Schulden abbezahlt und das ruinirte königliche Schloss zu Krakau restaurirt werden konnten[1].

Wegen dieser Verdienste erhielt Johann Bonar verschiedene Würden und Aemter: er war Verwalter der königlichen Güter, Rathsherr von Krakau, Żupnik von Krakau (d. h. Administrator der Salzwerke von Wieliczka und Boebnia), Żupnik von Olkusz (d. h. Administrator der Silber-Erzwerke zu Olkusz), Starost von Rabsztyn und Oświecim.

Im Krakauer District kaufte Johann Bonar Landgüter, unter anderen Balice, wo er ein hölzernes[2] Schloss erbaute, das lange Zeit als Sammelplatz gelehrter Männer bekannt war. Nach dem Landgute Balice haben die Bonar den Beinamen auf Balice angenommen. Johann Bonar errichtete auch eine Kapelle in der Maria-Kirche zu Krakau, wo sich die Gräber dieser Familie befinden.

Johann Bonar ist im Jahre 1523 gestorben.

Seweryn Bonar, Neffe von Johann, wie Decius sagt[3]: »inter cives tota Sarmatia opibus insignior«, war einer der bedeutendsten Männer Polens jener Zeiten und bekleidete verschiedene hohe Würden: er war Castellan von Sądec und Biec, Żupnik von Krakau und Olkusz, Verwalter der königlichen Güter, Starost von Oświecim, Zator, Biec, Rab-

1) Decius. L. c. p. LXII, LXII.

2) Przezdziecki. L. c. Bd. I. p. 105.

3) Decius, L. c. p. CV.

sztyn, Wschowa und Ojcow. Er erhielt vom Kaiser Ferdinand, dessen Tochter Elizabeth er in Balice am 4. Mai 1543 festlich aufgenommen hat, titulum Baronatus zu Ogrodzieniec und Kamieniec (Odrzykoń) neben Krosno [1].

Seweryn Bonar war ein Beschützer gelehrter Männer und befand sich in vertrautem Verkehre mit Erasmus von Rotterdam, der sich über seinen polnischen Freund mit hoher Achtung äusserte.

Seweryn Bonar ist zwischen 1546 und 1549 gestorben [2].

Seweryn Bonar verheirathete sich am 23. October 1515 mit Sophie Bethman, Tochter des eben erwähnten Seweryn Bethman, die, nach dem kurz vor ihrer Vermählung erfolgten Tode ihres Bruders, das colossale Vermögen ihres Vaters erben sollte [3]. Mit dieser Frau hatte Seweryn Bonar eine Tochter Sophie (die mit Johann Firlej, Wojewoden von Krakau, verheirathet wurde) und vier Söhne: Franz (Secretair von Sigismund August), Johann (Castellan anfangs von Chełm, dann von Oświecim und zuletzt von Biec, Starost von Spiż und Rabsztyn, Burggraf des Schlosses zu Krakau), Jakob (der nach Schlesien übersiedelte) und Stanislaus (Starost von Biec).

Nach dem, im Jahre 1532 erfolgten Tode seiner ersten Gemahlin gebornen Bethman, verheirathete sich Seweryn Bonar mit Kościelecka, welche ihm zwei Söhne gebar: Seweryn (Castellan von Krakau, Starost von Rabsztyn) und Friedrich.

Von weiteren Nachkommen von Seweryn Bonar, Żupnik von Krakau, werden von Okolski und Niesiecki drei Söhne (Andreas, Adam und Seweryn) und zwei Töchter von Franz, die nach Polen zurückgekehrten zwei Söhne (Sibald und Seweryn) und zwei Töchter (Anna und Lucrecia) von Jakob, so wie endlich vier Söhne von Adam (Johann, Christoph, Adam und Martin) erwähnt, so dass diese Grossenkel von Żupnik Seweryn Bonar die letzten männlichen Nachkommen dieses Geschlechtes zu sein scheinen, das auf diese Weise im XVII. Jahrhunderte bereits erloschen ist.

1) Niemcewicz, Zbiór pamiętników o dawnej Polszcze. (Sammlung von Denkschriften aus der älteren Geschichte Polens.) Herausgegeben von Bobrowicz. Leipzig 1836. Bd. I. p. 386. — Okolski, L. c. Bd. I. p. 61. — Niesiecki, L. c. Bd. II. p. 228. — Łabęcki, Górnictwo w Polsce. (Bergwesen in Polen.) Warschau 1841. Bd. I. p. 188, 291. — Łabęcki, In dem »Album Warszawskie (Album von Warschau), gesammelt von K. W. Wójcicki. Warschau 1845. p. 28. — Przezdziecki, L. c. Bd. I. p. 105.

2) Niesiecki, L. c. Bd. II. p. 228. Anm. von Bobrowicz. — Łabęcki, In dem Album von Warschau. 1845. p. 28.

3) Decius, L. c. p. CV.

Diese Einzelheiten über die Bonar habe ich mitgetheilt, um zu zeigen, wie mangelhaft ihre Geschichte von Pusch behandelt worden ist, der auch zwei verschiedene Persönlichkeiten, d. h. Seweryn Bonar Vater und Sohn verwechselt hat, indem er behauptet, dass der Brief des Kronunterkanzlers Tomicki im Jahre 1527 an denselben Seweryn Bonar, Neffe von Johann, geschrieben worden war, der den König Heinrich von Valois, bei seinem Einzuge nach Krakau im Jahre 1574 empfing [1]. Wie wir oben gesehen haben, ist aber dieser Seweryn Bonar vor dem Jahre 1549 gestorben und Heinrich von Valois war in der That von Seweryn, Sohne des ersteren, der erst gegen 1593 starb, in Olkusz empfangen worden.

Die von mir mitgetheilte Genealogie der Bonar beweist auch weiter, dass Gesner die Nachrichten über den Tur nur von Johann Bonar, Sohn von Żupnik Seweryn, erhalten konnte.

Ueber diesen Johann Bonar, der uns hier besonders interessirt, habe ich leider nicht viel ermitteln können.

Johann Bonar ist gegen 1518 geboren und zeigte grosse Fähigkeiten. Zusammen mit seinem Bruder Stanislaus erhielt er Unterricht von Anzelm Eforinus und unter Führung desselben Lehrers setzte er, in Gemeinschaft mit seinem jüngeren Bruder, seine Studien weiter in Deutschland und Italien fort [2].

Er starb plötzlich am 17. September 1561 als Beschützer der evangelischen Gemeinde zu Krakau [3].

Johann Bonar war ein hochgebildeter und, was für uns besonders wichtig erscheint, ein in Naturgeschichte bewanderter Mann, was durch folgende Worte von Gesner [4] bewiesen wird: »Generosus et illustris in regno Poloniae vir Jo. Bonerus de Balice etc. non politice tantum administrationis, sed variarum insuper naturalium rerum peritus.« »Illustris vir dominus Jo. Bonar de Balicze, liber Baro, et vir ut avita nobilitate, ita eruditione varia, et omni virtutum genere summus.«

Johann Bonar sammelte zoologische Gegenstände, wie es seine eigenen [5] und Schneeberger's [6] Worte beweisen.

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 89.

2) Jocher, Obraz bibliograficzno-historyczny literatury i nauk w Polsce. (Bibliographisch-historisches Bild der Literatur und Wissenschaften in Polen.) Wilno 1840. Bd. I. p. 202 Anm.

3) Węgierski, Kronika zboru ewangielickiego. (Chronik der evangelischen Gemeinde.) Geschrieben 1615, gedruckt 1817, p. 10. — Niesiecki giebt an, dass Johann Bonar im Jahre 1562 gestorben sei.

4) Gesner, L. c. p. 3 und 361.

5) Gesner, De Quadrupedibus viviparis. 1602. p. 3.

6) Gesner, L. c. p. 361.

Aus seinem an GESNER geschriebenen Briefe über den Elch [1], so wie aus dem Briefe von SCHNEEBERGER über den Suhak [2], geht hervor, dass er nicht beständig in Krakau sesshaft war, sondern Lithauen und Podolien besucht und sich dort an den Jagden betheiligt hat. Ich glaube somit, dass JOHANN BONAR als ein nicht ganz unsicherer Gewährsmann angesehen werden kann, obwohl ich übrigens keine Nachricht darüber aufzufinden vermochte, ob er Masowien besucht hat.

Aus den Angaben von SCHNEEBERGER über den Tur geht hervor, dass derselbe mit nach vorn gerichteten Hörnern versehen war, sowie dass ihn die polnischen Jäger irrthümlicher Weise auch mit dem Namen Bison oder Büffel bezeichnet haben. In Bezug auf den Farbenwechsel junger Stiere, die Brunst- und Setzzeit der Weibchen, stimmt der Tur, diesen Angaben gemäss, mit dem Żubr, was aber bei so nah verwandten Thieren nicht befremden kann.

Die Gewohnheiten des Tur sind aber, nach der Schilderung von SCHNEEBERGER, in sofern von denen des Żubr verschieden, als der erstere die Kornfelder besucht, um die Ernte abzuweiden, so wie auch gern sich mit zahmen Kühen begattet haben soll. Nach v. BRINCKEN [3]) und JAROCKI [4]) besucht dagegen der Żubr die Kornfelder nicht, obwohl er übrigens in Gefangenschaft den Hafer gern verzehrt, und v. BRINCKEN [5]) berichtet auch, dass man keine Begattung wilder Bisonten von Białowieża mit zahmem Vieh, vielmehr einen gegenseitigen Hass dieser Rinder-Arten bemerkt habe.

Die Angaben SCHNEEBERGER's, dass die Abkömmlinge von Turstieren mit zahmen Kühen lebensunfähig seien, was von HERBERSTEIN angedeutet zu sein scheint (Miscitur vaccis domesticis sed non sine nota), so wie dass alle, von zahmen Kühen genährten Turkälber zu Grunde gegangen seien, erscheinen, wie wir gleich sehen werden, auch in Bezug auf den Żubr unrichtig.

Aus dem Briefe von JOHANN BONAR geht hervor, dass der Tur dem zahmen Rinde sehr ähnlich sein musste, da diesem Manne der Gedanke kommen konnte, als ob der Tur möglicher Weise von einem vorzüglichen Stiere entsprossen sei. Dass BONAR einerseits die Verschiedenheit des Tur und Żubr und andererseits wiederum deren nahe Verwandtschaft wohl vermuthet habe, scheint aus der Bemerkung desselben hervorzugehen, dass der Tur aus einer Vermischung eines Bisonstieres mit

1) GESNER, L. c. p. 3. 2) GESNER, L. c. p. 361.
3) v. BRINCKEN, La forêt impériale de Bialowieża. p. 58.
4) JAROCKI, Vermischte Schriften. Bd. II. p. 273.
5) v. BRINCKEN, L. c. p. 60.

einer zahmen Kuh entsprossen sein konnte. Die Verschiedenheit beider Rinderarten wird noch einmal durch Bonar's Bericht angedeutet, dass in Masowien auch Bisonten zu Hause waren.

Schneeberger's und Bonar's Berichte über den Tur sind somit, meiner Ansicht nach, nicht ohne Gewicht und machen die Existenz des Bos primigenius im XVI. Jahrhunderte sehr wahrscheinlich.

Die eben analysirten Ansichten von Johann Bonar über den polnischen Tur sind von Pusch [1], der den Correspondenten von Gesner für Seweryn Bonar hielt, mit folgenden Worten kritisirt worden: »So aufgeklärt der Mann nun auch sein mochte, so lässt uns seine Stellung als hoher administrativer und juridischer Staatsbeamte in und bei Krakau eben nicht erwarten, dass er besonders befähigt gewesen wäre über naturhistorische Gegenstände, besonders in grosser Entfernung von seinen Wohnorten, ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Seine ausgesprochene Meinung, dass der Tur aus der Vermischung eines männlichen Bison mit einer zahmen Kuh entsprossen sei, woraus Herr v. Baer schliessen will, dass der Tur dem zahmen Rinde ähnlicher als der Bison gewesen sei, rechtfertigt völlig meinen Ausspruch, denn wir wissen durch alte und neue Beobachter, dass eine solche Vermischung keine lebendigen und fortpflanzungsfähigen Jungen gab. Bonar's Zeugniss ist daher so gut wie keins.«

Die Abstammung des Tur aus einer Vermischung eines männlichen Bison mit einer zahmen Kuh, ist von Bonar einfach als eine Vermuthung ausgesprochen worden, man kann deshalb auch nicht behaupten, dass Bonar's Zeugniss so gut wie keins sei, um so mehr, als eine solche Vermischung lebendige und fortpflanzungsfähige Junge liefern kann, was aber erst über zwanzig Jahre nach dem Drucke des zweiten Aufsatzes von Pusch über Tur und Żubr bekannt worden ist [2].

Im Jahre 1846 sind in dem Walde von Białowieża drei Paare junger Bisonten gefangen worden; an einem derselben sollten Versuche über das Zahmwerden der Thiere angestellt werden.

Zweimonatliche Kälber saugten ohne Schwierigkeit an Kühen, die in ihrer Farbe den Bisonten ähnlich waren; ältere, fünfmonatliche Bisonkälber wollten aber nicht an Kühen saugen, so dass man denselben frisch gemelkte Kuhmilch zu trinken geben musste. Ein fünfzehnmonatliches Thier begann sogleich Hafer, Heu, Baumrinde, sowie Blätter

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 89, 90.

2) Bobrowski, Materialien zur Geographie und Statistik Russlands. Gouvernement von Grodno. 1863. Bd. I. p. 456 (russisch).

junger Bäume zu fressen. In einigen Tagen wurden die Bisonkälber, das fünfzehnmonatliche ausgenommen, so zahm, dass sie in einem gut umzäunten Hof freigelassen werden konnten; man liess später in demselben Hofe zahme Kuhkälber spielen, mit denen sich die Bisonkälber gern vereinigten. Mit der Zeit gewöhnten sie sich so sehr an dieselben, dass sie sich auf der Weide von der Viehherde nicht mehr trennten. Jedes Bisonkalb bekam zur Ernährung zwei zahme Kühe, da eine einzige nicht genug Milch lieferte. Die Kuhmilch verursachte den jungen Bisonten einen kurzdauernden Durchfall. Gegen Ende ihres ersten Lebensjahres fingen sie an Hafer, Heu und Baumblätter zu fressen, am liebsten aber genossen sie Klee. Gutes Futter, sowie Schutz gegen Regen und Frost, begünstigten die Entwicklung der jungen Bisonten, welche bald grösser wurden als die in wildem Zustande lebenden Bisonkälber desselben Alters.

Das Bisonpaar, an welchem Versuche über Kreuzung mit zahmem Vieh angestellt werden sollten, wurde einem gewissen Herrn Wielicki, Gutsbesitzer im Gouvernement von Grodno, anvertraut. Die Bisonten begatteten sich unter sich mehrere Male: die Kuh wurde erst im Jahre 1851 trächtig, erlag aber einer damals herrschenden Lungenkrankheit. Man liess nun den Bisonstier zwei zahme Kühe bespringen; die eine lieferte ein weibliches, die andere ein männliches Kalb. Beide Kälber zeichneten sich durch ihren, wie bei den Bisonten, erhöhten Widerrist und dunkelbraune Farbe aus, ihr Bart blieb aber kürzer als bei den vollblütigen Bisonten. Die Kuh war sehr wild, so dass sie jeden sich ihr nähernden Menschen angriff, mit Ausnahme allein ihres Wächters. Der Stier war dagegen recht zahm, nach dem Tode seiner Gefärtin wurde er aber so böse, dass er an einer Kette gehalten werden musste. Man liess diesen Blendlingsstier eine zahme Kuh bespringen; aus dieser Vermischung resultirte ein Kuhkalb, das sich durch seinen Habitus vor anderen zahmen Kälbern auf den ersten Blick auszeichnete.

Ueber die soeben erwähnten Versuche sind keine weiteren Berichte veröffentlicht.

Einige, zwar recht kurze, dessenungeachtet aber nicht unwichtige Berichte über den Tur finden sich in den Schriften vom Grafen Johann Ostroróg, Wojewode von Posen.

Johann Ostroróg[1]) stammte von einer sehr alten und für sein Land höchstverdienten Adelsfamilie, deren Mitglieder sich seit dem XIV. Jahrhundert, sowohl als Krieger, wie auch als Staatsmänner berühmt ge-

1) Vergleiche Encyklopedia powszechna. (Allgemeine Encyclopädie.) Bd. XX. Warschau 1865, p. 168 und folgende. (Aufsatz von Sobieszczański.)

macht und hohe und höchste Staatsämter von Grosspolen bekleidet haben.

Johann Ostroróg (geboren 1565, gestorben 1622) genoss seinen ersten Unterricht im Auslande und beendigte seine Studien in Strassburg unter Sturmius. Er widmete sein ganzes Leben dem Dienste seines Landes.

Die von seinen mannigfaltigen Beschäftigungen freie Zeit widmete Ostroróg der Jagd, die er für die beste und passendste Unterhaltung eines Ritters hielt, so wie auch der Abfassung verschiedener Schriften, in denen Staatsangelegenheiten, theologische Fragen, der Kriegszug gegen den Sultan Osman, landwirthschaftliche Gegenstände, die Jagd mit den Jagdhunden, sowie Schachspiel mit Sachkenntniss behandelt sind; endlich publicirte er auch ein religiöses Gedicht »Judith«.

Ostroróg war somit ein hochgebildeter Mann und erfahrener Jäger; seine Berichte über den Tur erscheinen dem entsprechend sehr wichtig.

In einem Aufsatze über Tur und Żubr, veröffentlichte Prof. Anton Waga [1]) einen, aus Lemberg an Jesiotrowski adressirten Brief von Ostroróg vom 24. Januar 1610, worin dieser letztere berichtet, er habe die Absicht nach Zamość zu kommen, um die ihm versprochenen Elche einzufangen. In einem Postscriptum fügt Ostroróg bei: »Wie viel haben sie von Tur und Żubr, bitte lassen sie es mich wissen, und wie viel Männchen und wie viel Weibchen.«

v. Brincken [2]) berichtet seinerseits über ein, in der Bibliothek des Grafen Joseph Krasiński in Warschau befindliches Manuscript von Johann Ostroróg, in dem behauptet sein solle, dass Tur zusammen mit Żubr, wegen häufiger Kämpfe dieser Thiere, nicht neben einander in demselben Thiergarten gehalten werden können.

Durch die Gefälligkeit meines Universitätscollegen Herrn Prof. Przyborowski bin ich in den Stand gesetzt, dieses Manuscript durchzulesen, so dass ich nach eigener Anschauung über dasselbe berichten kann.

In ein ziemlich dickes Buch sind verschiedene Abhandlungen von Johann Ostroróg zusammengebunden, unter anderen die schon oben erwähnte über die Jagd mit den Jagdhunden und ein besonderer Tractat über den Thiergarten (Zwierzyniec), der für uns besonders wichtig erscheint. In dieser letzteren Abhandlung giebt Ostroróg an, auf welche Weise ein Thiergarten anzulegen sei, welche Thiere in dem-

1) Anton Waga, O turach i żubrach. Biblioteka Warszawska. (Ueber Tur und Żubr. Bibliothek von Warschau.) 1843. Bd. III. p. 135.

2) v. Brincken, L. c. p. 70.

selben zusammengehalten werden können und unter anderem äussert er sich in folgender Weise: »Und hier müssen die nicht viel werthen Angaben der menschlichen Fabel über die Thiere widerlegt werden, dass das eine mit dem anderen in demselben Thiergarten nicht zusammengehalten werden könne, was richtig ist in Bezug auf Żubr und Tur, weil dieselben, als sie *proximae speciei* sind, mit einander kämpfen würden, aber sie sind nirgends vorhanden, nur den Thiergarten von Zamojski allein ausgenommen.«

Diese, wenn auch kurzen und mangelhaften Berichte von Ostroróg beweisen, meiner Ansicht nach, dass Tur und Żubr zwei verschiedene Rinderarten repräsentirt haben, da sie von diesem Autor ausdrücklich als *proximae speciei*, nicht aber als derselben Art angehörig bezeichnet worden sind.

Pusch [1]) achtet die Angaben von Ostroróg sehr gering, was aber dadurch zu erklären ist, dass ihm über die Lebensgeschichte dieses bedeutenden Mannes nichts bekannt war, und dass er keine Gelegenheit hatte, das Manuscript über den Thiergarten durchzusehen, er konnte daher über das letztere nur nach dem Citate von v. Brincken urtheilen. Der oben angeführte Brief von Ostroróg ist aber von Prof. Waga erst drei Jahre nach dem Drucke des Aufsatzes von Pusch publicirt worden.

Ostroróg scheint sich selbst zu widersprechen, indem er behauptet, dass Tur und Żubr nicht zusammengehalten werden können, andererseits aber ausdrücklich sagt, dass diese Thiere neben einander im Thiergarten von Zamojski gehegt werden. Dieser Widerspruch ist aber ein scheinbarer. Aus einem am 13. Februar 1597 datirten Briefe von Christoph Radziwiłł, den ich im originalen Manuscript durchzulesen Gelegenheit hatte, geht hervor, dass Johann Zamojski von Radziwiłł die ersten Żubrkälber erst kurz vor Abfassung dieses Briefes erhalten hat. Es ist somit augenscheinlich, dass das Zusammenhalten des Tur und Żubr in dem Thiergarten von Zamojski erst gegen Ende des XVI. Jahrhunderts stattgehabt hat, so dass Ostroróg eigentlich blos die Thatsache constatirt, dass dieses Verfahren nicht zu billigen sei.

Das oben Mitgetheilte berechtigt schon, meiner Ansicht nach, anzunehmen, dass in Polen im XVI., sogar am Anfange des XVII. Jahrhunderts, zwei verschiedene wilde Rinderarten existirt haben. Der Vollständigkeit wegen will ich aber auch andere bezügliche Nachrichten vorführen, obwohl dieselben von untergeordneter, mitunter sogar von geringer Wichtigkeit erscheinen.

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 76, 78.

Andreas Święcicki [1] theilt in seiner Beschreibung von Masowien Folgendes mit.

»Venatio multiplex, sed cervi, alces, bisontes, non nisi in Sequana Silva [2]) reperiuntur, in Hectorea [3]) vero silva urorum ingentium greges inerrant. Id unis Regibus dicatum est animal: eos enim a quopiam alio occidi proposita capitis poena, fas non est [4]).«

In dem Skwawalde waren nach Święcicki folgende Thiere zu Hause [5]): »Varii generis feras, cervos scilicet, bisontes, alces, onagros et silvestres apros nutrit, reperiuntur et parvae feles, quarum pelliculae insigni levore conspicuae, ipsas Moschicas et Lithuanicas superant: Nec pantherae (d. h. Luchse) et ursi desunt.«

Jaktorówka wird von Święcicki folgenderweise beschrieben [6]): »Ad occidentem Ravae Bolemovia est, ad quam amniculus Rava lacum efficit satis grandem, quem magni cygnorum greges innatant, ex eo porro lacu erumpens Bzura auget amnem. Hic jam oritur famosa illa Hectorea silva, urorum proventu in orbe nostro clara, pars et ea veteris Hercyniae fuit, per hanc a Bolemowia ad Vyshitcos (Wiskitki), hinc per Calentinates et Droguntios saltus, quos vitreus pererrat amnis, ad Msconovum (Mszczonów) penetratur. . . Abest Msconovum a Bolemovia XXIV millia passuum. Inhumani et inhospitales, contra quam caeteris Masoviis mos est, eius sunt pagi incolae, ita ut illae transeuntes vel in foeda pluvii coeli inclementia, omnibus diversoriis exclusi, aut silvam patere, aut sub dio pernoctare, cogantur, quod et mihi aliquando illuc iter facienti accidit.«

1) Andreae Święcicki, Natarii Territorii Nurensis. Descriptio topographica Ducatus Masoviae. Varsaviae 1634. Bei Mizlerus de Kolof: Historiarum Poloniae et Magni Ducatus Lithuaniae scriptorum collectio magna. Varsaviae. Bd. I. 1759. p. 484.

2) Dieser Wald hiess, wie Święcicki selbst erklärt, eigentlich Skwa-Wald, er erstreckte sich nördlich vom Narew- und östlich vom Pysz-Fluss bis über den Omulew-Fluss nach Westen und war vom Skwa-Fluss durchschnitten.

3) Als Hectorea silva bezeichnet Święcicki die Jaktorowka, d. h. einen, nach dem Dorfe Jaktorów benannten, heutzutage nicht mehr existirenden grossen Forst, der sich zwischen Bolemów, Wiskitki und Mszczonów, nordwärts (nach Schneeberger) bis nach Sochaczew ausdehnte. Nach dem Dorfe Wiskitki wurde dieser Wald auch als Wiskitki-Wald bezeichnet.

4) Mizler, L. c. p. 484. Die weiterfolgende Beschreibung des Ur ist, wie Mizler erklärt (l. c. p. 498), von Sigismund Święcicki, dem Sohne von Andreas, der das Werk seines Vaters publicirte, demselben beigefügt worden. Diese Beschreibung hat eigentlich keinen Werth und verdient deshalb auch keine nähere Erwähnung.

5) Mizler, L. c. p. 489.

6) Mizler, L. c. p. 494.

Die Berichte von ŚWIĘCICKI sind meiner Ansicht nach deshalb von Wichtigkeit, weil er die Jaktorowka mehr als ein Mal besucht und dieselbe somit persönlich kennen gelernt hat. Auch ist der Umstand nicht unwichtig, dass auch der Bison von ŚWIĘCICKI erwähnt, aber als Bewohner eines, von Jaktorówka ziemlich entfernten Skwawaldes bezeichnet worden ist.

PAUL MUCANTE, Secretär des Cardinals GAETANO, welcher im Jahre 1596 vom Papste CLEMENS VII. an König Sigismund III. von Polen gesandt wurde, hat seine Reise und seinen Aufenthalt in Polen ausführlich beschrieben. Das Manuscript ist vom General DĄBROWSKI zur Zeit der unter Napoleon I. dienenden polnischen Legionen aus Italien gebracht und dem Wojewoden STANISLAUS POTOCKI geschenkt worden; dasselbe befindet sich in der Bibliothek zu Willanów bei Warschau. JULIAN URSYN NIEMCEWICZ [1]) publicirte eine polnische Uebersetzung dieses Diariums.

Die uns hier interessirenden Stellen sind bereits von PUSCH [2]) citirt worden, ich halte es aber für angemessen, dieselben nach der ziemlich gelungenen Uebersetzung von PUSCH hier noch einmal anzuführen.

Ueber den Aufenthalt des Cardinals in Warschau berichtet MUCANTE unter Anderem Folgendes:

»Sonnabends am 30. (September 1596) schickte der König dem Cardinal 30 fette Ochsen für seine Küche und überdem ein graues Wild, Tur genannt. Man sagt, dass dieses sehr wild und grimmig sei, und der König hält dies mit vielem andern Wild in seinem Thiergarten. Die zuvor dem Wild abgezogene Stirnhaut schickte er auch dem Cardinal, versichernd, dass diese grosse Kräfte besässe. Ich kostete das Fleisch desselben an der Tafel des Cardinals und es schien mir, dass es dem Rindfleisch ähnlich sei, nur etwas trockener und härter [3]).«

»Am folgenden Sonnabend (den 7. October) nach dem Mittagessen fuhr der Cardinal aus, um den 2 Meilen von Warschau liegenden Thiergarten des Königs zu besehen. Mit dem Cardinal fuhr der Nuntius Malaspina und der vom König dazu abgesandte Krongrossmarschall und viele Wojewoden und Cavaliere. Wir kamen zu einem sehr grossen eingehegten Wald, wo verschiedene wilde Be-

1) NIEMCEWICZ, Zbiór pamiętników o dawnej Polsce. (Sammlung von Denkschriften aus der älteren Geschichte Polens.) Herausgegeben von BORKEWICZ. Leipzig 1836. Bd. II.

2) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 75—78.

3) NIEMCEWICZ, L. c. p. 119.

stien, als: Żubry, Uri, Bären, Wildschweine, Hirsche, Dammhirsche u. s. w. gehalten werden. In der Mitte desselben befand sich ein hoher Altan, wo wir ohne alle Gefahr die Thiere sehen konnten. Das Treiben der Bauern fing von verschiedenen Seiten her an, um die Thiere nach uns hinzutreiben. Es liefen bei uns vorbei Hirsche, Dammhirsche und 7 Żubry, zugleich alte und junge. Diese sind den schwarzen Ochsen ähnlich, aber bedeutend grösser, der Kopf derselben ist klein und rauhhaarig, der Nacken breit und nach unten ein grosser Bart. Unter denselben war ein Żubr von ausserordentlicher Grösse, bedeutend grösser als ein Kameel. Man sagt, dass dieses Wild ausserordentlich wild und stark sei, dass es einen Reiter mit dem Pferde mit den Hörnern fassend über sich werfe. Viele von diesen Bestien wollten nicht dahin laufen, wo wir auf sie warteten und da der Tag sich schon zu Ende neigte, kehrten wir nach Warschau zurück[1])«.

Und weiter, als der Cardinal Warschau verliess und in Krakau angekommen war:

»Den 26. (Januar 1597) schickte der König dem Cardinal zwei ungeheure Bestien und einen Żubr von ihm selbst in den lithauischen Wäldern erlegt, nach Krakau. Beide jener Bestien waren Weibchen und hatten keine Geweihe. Sie waren so gross als Maulthiere, ihr Pelz dem Hirsch ähnlich, und hatten keine Zähne in den Oberkiefern (d. h. eigentlich keine Vorderzähne)[2]). Der Żubr, wie ich schon gesagt habe, ist eine erschreckliche Bestie, grösser als der Büffel, schwarz von Ansehen, der Kopf nicht gross, kurz und kraus, der Vordertheil breit und erhaben. Der Geschmack des Fleisches ähnlich dem Hirschfleisch[3]).«

Mucante hatte demnach Gelegenheit sowohl todte wie lebende Bisonten sehr wohl kennen zu lernen, was aus seiner treffenden Beschreibung dieser Thiere hervorgeht, andererseits aber sah er auch mit eigenen Augen den, dem Cardinal während seines Aufenthaltes in Warschau geschenkten todten Tur. Es scheint somit höchst unwahrscheinlich, dass er diesen letzteren nicht als Bison bezeichnet hätte, wenn derselbe sich von dem Tur nicht wesentlich unterschieden hätte. Die von Pusch[4]) so entschieden urgirte Verschiedenheit des Sommer-

1) Niemcewicz, L. c. p. 120.

2) Mucante meint hier, wie Niemcewicz richtig bemerkt, die Elchen-Weibchen.

3) Niemcewicz, L. c. p. 133. Die Ungenauigkeiten der Uebersetzung von Pusch sind von mir berichtigt worden.

4) Pusch, Polens Paläontologie, p. 199. Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 61.

und Winterkleides des Bison erscheint hier von keiner Bedeutung, indem Mucante den todten Tur und die lebenden Bisonten im Thiergarten bei Warschau im Verlaufe von nur acht Tagen zu vergleichen Gelegenheit hatte.

Pusch [1]) hebt hervor, dass Mucante unter den Thieren des von ihm besuchten Thiergartens sowohl Uri und Żubry anführt, schliesslich aber, als es zur Treibjagd kam, sah er doch nur Żubry. Diese Erzählung soll demnach nach Pusch beweisen, dass man mit den Namen Tur und Żubr ein und dasselbe Thier bezeichnete, so wie dass in dem Thiergarten nur Żubry vorhanden waren. Diese Conclusion dürfte wohl nicht unbegründet sein.

Auf diese Weise würden die Angaben von Mucante einerseits die Verwechslung der Namen Tur und Żubr beweisen, andererseits aber wiederum die Verschiedenheit dieser Thiere andeuten, um so mehr als kein Grund vorliegt anzunehmen, dass der von Mucante erwähnte Tur in demselben Thiergarten erlegt war, in welchem er nur Żubry sah, wo somit möglicherweise keine Tury vorhanden waren.

Pusch gelangt indessen zu einer anderen Ansicht als die letzterwähnte. Er berichtet, dass noch im Jahre 1840 auf einer kleinen Wiese ein Jagdaltan 5 Werst (5,334 Km.) südwestlich von Bolemów vorhanden war, und fragt [2]): »ob das wohl dieselbe Stelle sein mag, wo Mucante 1596 von einem ähnlichen Altan der Żubrjagd zusah?« Diese Vermuthung von Pusch soll augenscheinlich andeuten, dass der Tur von Jaktorówka nur Żubr sein konnte, da in dem Thiergarten, wo Mucante der Żubrjagd beiwohnte, höchst wahrscheinlich nur dieser letztere vorhanden war. Unglücklicher Weise hat aber hier Pusch einen bedeutenden, unbegreiflichen Fehler begangen.

Mucante sagt ausdrücklich, dass der Cardinal am 7. October erst nach dem Mittagessen Warschau verlassen habe, um den zwei Meilen von dieser Stadt entfernten Thiergarten zu besuchen, und als sich der Tag zu Ende neigte, kehrte er nach Warschau zurück.

Am 7. October geht die Sonne in Warschau gegen 5^{u} 30^{m} unter, weil nun der Cardinal gegen Ende des Tages den Thiergarten verliess, so musste er gegen 5 Uhr Nachmittags seine Rückfahrt antreten. Falls wir demnach annehmen, was höchst wahrscheinlich erscheint, dass der Cardinal um 12 Uhr Mittags seine Fahrt angetreten habe, so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass diese Fahrt nach dem Thiergarten, zusammen mit der Treibjagd, nur fünf Stunden

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 76.

2) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 106.

dauern konnte. Eine Treibjagd ist aber, wie bekannt, ziemlich zeitraubend, so dass dieselbe wenigstens zwei Stunden in Anspruch nehmen musste, um so mehr als der Cardinal während dieser Zeit gewiss wenigstens einmal ausruhen musste. Es liegt somit auf der Hand, dass der Thiergarten nur ungefähr drei Stunden Weges von Warschau entfernt sein konnte. In jenen Zeiten hat man aber noch keine Chausséestrassen erbaut, so dass im October in drei Stunden kaum vier polnische Meilen (29,8704 Km.) zurückgelegt werden konnten, d. h. dass der von MUCANTE erwähnte Thiergarten höchstens nur so weit von Warschau entfernt gewesen ist.

Diese Berechnung wird auch dadurch bestätigt, dass Louise Marie Herzogin von Never, die als Verlobte von Vladislaus IV., König von Polen, am 3. März 1646 in Nieporęt ankam, in ihrer Reisebeschreibung berichtet, dass man von dieser, drei Meilen von Warschau entfernten königlichen Residenz, in drei Stunden in die Hauptstadt gelangen konnte[1]. Es liegt somit auf der Hand, dass der von MUCANTE erwähnte Altan, in der ziemlich gleichen Entfernung von Warschau gestanden habe.

Nach einer ausführlichen Karte des Königreichs Polen[2], an der ein englischer Zoll = 12 Werst = 12,8016 Km. (eine Werst = 1,0668 Km.), habe ich nun berechnet, dass Bolemów in gerader Richtung 51 Werst = 54,4068 Km. von Warschau entfernt liegt, der von PUSCH erwähnte Altan war aber von dieser Stadt noch mehr entfernt, da sich derselbe noch weiter südwestlich von Bolemów befinden sollte. Wenn wir annehmen, dass der Cardinal erst um 8 Uhr Abends nach Warschau zurückgekehrt sei, so würde er nach PUSCH in acht Stunden über 108 Km. Weg gemacht und daneben einer Treibjagd beigewohnt haben, was für jene Zeiten geradezu unmöglich war. Der von MUCANTE erwähnte Altan konnte demnach nicht bei Bolemów stehen. Er konnte aber auch nicht neben Sochaczew, der nördlichen Grenze von Jaktorówka sich befinden, da diese Stadt 54,4068 Km. von Warschau entfernt liegt, der Altan aber, wie wir gesehen haben, kaum mehr als 22,4048 Km. von dieser Hauptstadt entlegen sein konnte.

1) BALIŃSKI und LIPIŃSKI, Starożytna Polska pod względem historycznym, jeograficznym i statystycznym opisana. (Altpolen in historischer, geographischer und statistischer Beziehung beschrieben.) Warschau 1843. Bd. I. p. 480.

2) Mappa Królestwa Polskiego podług najnowszych źródeł ułożona i litografowana w Zarządzie Ober-Kwatermistrza Wojsk w Królestwie Polskiem. 1863. (Karte des Königreichs Polen nach den neuesten Quellen entworfen und litographirt in der Verwaltung des Ober-Quartiermeisters des Heeres im Königreich Polen. 1863.)

Mit einem Worte, der von MUCANTE erwähnte Altan befand sich nicht in Jaktorówka und der bezügliche Thiergarten war nicht ein Theil dieses Forsts. Nach der Entfernung des Altans von Warschau zu urtheilen, erscheint es wahrscheinlich, dass sich derselbe in Nieporęt befunden habe, einem von Warschau drei Stunden Weges entfernten, ehemals königlichen Landgute, dessen Wälder auch noch bis jetzt durch ihr Wild berühmt sind.

Graf ALEXANDER PRZEZDZIECKI, ein eifriger, für die Wissenschaft leider zu früh verstorbener Forscher der polnischen Geschichte, hat einen von Warschau am 8. Februar 1575 datirten Brief der Königin ANNA JAGIELLONKA [1] an »Referendarius« CZARNKOWSKI publicirt, in welchem die Verschiedenheit des Tur und Żubr in folgender Weise gedeutet wird [2].

»Wir schicken I. D. der Herzogin [3] zwei Żubry und verlangen, dass Sie dieselben eiligst weiter befördere. Und was Sie darauf verwenden, werden Wir mit Dank zurückerstatten. Tury konnten Wir in jener Zeit nicht schicken, weil Uns dort nicht gehorcht wird. Wir könnten zwar Elche schicken, besitzen dieselben aber jetzt nicht; in kurzer Zeit werden Wir solche haben, es wird aber damit gezaudert.«

Tur und Żubr sind von HIERONIM MORSZTYN [4] in einem Zaubergedichte über Königin Banialuka als verschiedene Thiere erwähnt worden.

Ein königlicher Prinz verfolgt seine geliebte Königin Banialuka, wandert durch einen ungeheuren Forst und langt zuletzt bei einem alten Eremiten an, dem er die Ursache seiner Wanderung erzählt. Der Eremit, dem alles Wild des Waldes gehorcht, entschliesst sich den unglücklichen Prinzen zu unterstützen und ruft das Wild zusammen, um Nachricht über Banialuka zu erhalten.

Mit einem besonderen Epithet bezeichnet MORSZTYN jedes ankommende Thier und erwähnt unter anderen schwere Żubry und breitfüssige Tury.

1) Tochter von Sigismund I., Schwester von Sigismund August, Tante von Sigismund III., Gemahlin von Stephan Batory.

2) PRZEZDZIECKI, Jagiellonki w Polsce w XVI wieku. (Die weiblichen Jagiellonen in Polen im XVI. Jahrhundert.) Krakau 1868. Bd. IV. p. 212.

3) Sophie Jagiellonka, Herzogin von Braunschweig, Tochter von Sigismund I., Schwester von Sigismund August und Anna Jagiellonka.

4) Historie ucieszne o zacnej Królewnie ze Wschodnich Krajów Banialuce. (Curiose Erzählungen über Banialuka, die würdige Königin der Ost-Länder.) Ausgabe 1732 fol. J 2. Auch bei LINDE: Słownik języka polskiego. (Wörterbuch der polnischen Sprache.) 2. Auflage. Bd. V. p. 741, Bd. VI. p. 1163. — HIERONIM MORSZTYN ist gegen Ende des XVI. Jahrhunderts geboren und unter der Regierung von Johann Casimir, also zwischen 1648 und 1668 gestorben.

Nachdem sich die Thiere gesammelt haben, geben sie dem Eremiten bezügliche Rechenschaft, indem jedes mit seiner eigenen Stimme sich kundgiebt: der Żubr blökt, der Tur stöhnt.

In wie weit Morsztyn für die uns beschäftigende Frage als sicherer Gewährsmann anzusehen ist, vermag ich freilich nicht näher anzugeben, es scheint aber, dass er in Jagdsachen bewandert sein musste, da seine Schilderung des Wildes und der Vögel nur von einem erfahrenen Jäger entworfen sein konnte. Die oben citirten Stellen von Morsztyn dürften, wie ich glaube, unserer Aufmerksamkeit nicht unwürdig sein.

Ueber das Wild Polens berichtet Kromer Folgendes [1]:

»E ferarum animantium genere fert haec regio copiam leporum, dorcadarum (d. h. Rehe), sciurorum: cuniculorum quoque alicubi. Cervorum etiam et aprorum, et ursorum, et luporum nonnullis in locis. In primis Niepolomicensis et Radomiensis saltus nobiles sunt cervorum venationibus. Et horum autem et onagrorum atque bisontium Prussia ducalis, eique finitima Masovia ferax est, et inprimis Podolia: ubi agminatim in campis non modo hae ferae, verum etiam feri equi pascuntur. Est autem Bisons praegrandis, verum pernicissima fera, magis et introrsus leniter incurvis cornibus nigris armata, quibus equum cum sessore correptum in sublime identidem iactat, et arbores mediocri crassitudine evertit. Magnitudinis eius illud quoque est argumentum, quod in capite eius inter cornua, duo imo tres etiam homines possunt considere. Habet villosum et hispidum corium, et sub mento palearia. Caro eius sale condita in deliciis est magnatibus et principibus, cornu sonorum, et ob id venatoribus in usu est. Zubrum seu Zambrum vocant nostrates. Imo et Graeci recentiores: Onager vero Los (eigentlich Łoś) appellatur. Alcem hanc esse volunt, de qua scribunt Plinius, et nonnulli alii ex veteribus. Fera est longibus cruribus, et auribus, aliquanto major equo colore caesio et fusco, mas capite cornuto, cuius ungula posteriorum crurum, si autumni initio, spiranti adhuc desecentur, expetitur, comitiali praesertim morbo laborantibus salutaris. Ferunt etiam capreas (d. h. Gemsen) montana loca Ungariae finitima. Ceterum Uri, hoc est boves sylvestres, quos nos Thuros dicimus, in solis Masoviticis silvis apud Vyskitkos extant. Et harum quidem ferarum carnes aptae sunt humani esui.«

[1] Kromer, Polonia seu de situ, populis, moribus, magistratibus et Republica Regni Poloniae. Secunda editio apud Maternum Cholinum 1578. p. 38. 39. Auch bei Mizler, Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 127.

Kromer (geboren in Biec 1512, gestorben 1589) war ein höchst begabter und für seine Zeit höchst gebildeter Mann, dessenungeachtet gestehe ich jedoch, dass wir aus seinen Angaben über den Tur eigentlich nichts erfahren, so dass denselben nur ein ganz untergeordneter Werth zugeschrieben werden kann. Von Wichtigkeit erscheint nur die Nachricht, dass man den Bison mit dem Namen Zubr oder Zambr bezeichnete, was weiter unten näher erörtert werden soll.

Die übrigen mir bekannten Nachrichten über den Tur können nur der Vollständigkeit wegen hier angeführt werden, da denselben eigentlich keine wesentliche Bedeutung zukommt.

Matthias a Miechów oder Miechowita [1], in seiner Beschreibung von Lithauen, erwähnt unter Anderem: uri et boves silvestres quos lingua ipsorum thuros vel zumbrones vocant. Pusch [2] bemerkt hierüber ganz richtig, »dass es ungewiss bleibe, ob Matthias von Miechów Thur und Zumbro für zwei verschiedene Thiere hielt, aber so viel geht aus seiner Erzählung hervor, dass beide Namen neben einander in Lithauen gebraucht wurden.« Ich bin meinerseits der Meinung, dass die citirte Stelle von Miechowita einfach die Thatsache constatirt, dass man in Lithauen den Bison mit diesen beiden Namen bezeichnete, was auch Czacki [3] bezeugt.

Anton Maria Graciani a Burgo [4], der Polen mit dem Cardinal Johann Franz Commendoni im Jahre 1563 durchreiste, berichtet in der Beschreibung des Lebens dieses Cardinals auch über Tur und Żubr. Seine Angaben sind von Pusch [5] ausführlich analysirt worden, ich kann mich demnach mit der einfachen Bemerkung begnügen, dass in diesen Angaben eine solche Verwirrung herrscht und dieselben so sehr nach Herberstein und anderen Schriftstellern compilirt sind, dass sie eigentlich werthlos erscheinen.

Johann Krasiński (Crassinius) wiederholt nur das [6], was Herberstein über den Tur berichtet, seine Angaben verdienen folglich keine besondere Beachtung.

1) Matthiae a Miechow, Descriptio Sarmatiae Asianae et Europeanae. 1521. Bei Mizler: Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 212.

2) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 100.

3) Czacki, O litewskich i polskich prawach. (Ueber die Gesetze Lithauens und Polens.) Warschau 1801. Bd. II. p. 259 Anm. 1738.

4) Niemcewicz, L. c. Bd. I. p. 50—60.

5) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 69—73.

6) Joannis Crassinii, Polonia 1574. Vergl. Mizler: Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 426.

Erasmus Stella[1] in seiner Beschreibung von Preussen erwähnt sowohl Tur wie Żubr, berichtet aber über dieselben nach Caesar und Plinius, so dass seinen Angaben kein Werth beigelegt werden kann.

Nachdem ich somit alle mir bekannten Nachrichten über den polnischen Tur zusammengestellt habe, erübrigt es mir noch, die, gegen die Existenz dieses Thieres erhobenen Einwendungen näher zu besprechen, da dieselben bis jetzt kaum berücksichtigt worden sind.

Pallas[2] meint, dass die Namen Urus und Bison, d. h. Tur und Żubr, eigentlich ein und dasselbe Thier in jenen Sprachen bezeichnen, denen sie entnommen sind. Pallas zweifelt nicht, dass Herberstein das von ihm als Tur bezeichnete Thier gesehen habe, ist aber der Meinung, dass dieser Diplomat mit diesem Namen irrthümlicher Weise den eingeführten und wildgewordenen Büffel bezeichnet hat[3]. Die Unhaltbarkeit dieser, von Prof. Waga[4] und Prof. Adamowicz[5] acceptirten Meinung ist bereits von Cuvier[6] dargethan worden. Der Tur von Herberstein war nämlich mit langen, drehrunden, nach Schneeberger auch nach vorn gerichteten Hörnern, sowie mit einer Wamme versehen, während der Büffel dieser letzteren entbehrt, so wie auch nach hinten gerichtete, an der Basis abgeplattete Hörner besitzt.

Bojanus[7] hat wohl die Unhaltbarkeit dieser Ansicht von Pallas bemerkt, meint aber seinerseits, dass Herberstein den grosshörnigen Bos primigenius nicht gesehen, vielmehr aber einen wildgewordenen Stier als Tur beschrieben habe[8]. Bojanus ist auch der Ansicht,

1) Erasmi Stellae Libonathoni, Libri II de Antiquitatibus Borussiae. Vergl. Mizler, L. c. Bd. I. p. 24.

2) Pallas, Description du boeuf à queue à cheval, précedée d'observations générales sur les éspèces sauvages du gros betail. Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. 1777. Pars posterior, p. 233.

3) Le baron Herberstein a bien indiqué deux races distinctes de bêtes à corne sauvages en Lithuanie, mais il est plus que probable, que celle, qu'il indique sous le nom de Thour, et qui est sans bosse, n'est qu'une race introduite de Bufles devenus farouches. L. c. p. 233.

4) Waga. L. c. p. 135.

5) Adamowicz, Polnische Uebersetzung der Geschichte der Naturwissenschaften von Cuvier. Bd. II. p. 99, Anm.

6) Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. 4. Auflage. 1835. Bd. VI. p. 233.

7) Bojanus, De Uro nostrate eiusque sceleto commentatio. 1823. Nova Acta Physico-Medica Academiae Caes. Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum. Bd. XIII. Theil 2, 1827. p. 420—422.

8) Quare Herbersteinium, de Uro dicentem, camurum illum bovem, maximis cornubus insignem, cuiusque residua passim fossilia primigenio cuidam tribuuntur bovi, minime pro oculis habuisse, pro certo haberi potest. Bovem potius ferum, e sylvaticis gregibus superstitem, descripisse videtur. L. c. p. 420.

dass der Tur sich vom Żubr gar nicht unterschieden habe und beruft sich in dieser Beziehung auf die Zeugnisse von Czacki und Kluk.

Czacki war ein vorzüglicher Kenner seines Landes und der vaterländischen Geschichte, seine Meinung dürfte demnach für uns von grösster Bedeutung sein, falls er wirklich die Identität des Tur und Żubr behauptet hätte; das ist aber nicht der Fall.

Czacki berichtet nämlich, dass verschiedene Urkunden aus dem XIV. und XV. Jahrhundert die Existenz der Żubry in Masowien beweisen, deren Jagd sich die regierenden Personen vorbehalten haben und weiter führt er folgendes Privilegium des Herzogs von Masowien vom Jahre 1436 an: »Dominus Dux consideratis fidelibus serviciis Nobilis Michaelis de Ziemianicze Succamerarii Varschoviensis — terram Zathor dictam in longum et latum veluti in suis graniciebus (d. h. Grenzen), ab antiquo circumferentialiter est distincta — ac venationibus quarundam ferarum, Centauris et tigridis exceptis, aucupationibus omnium avium, falconibus exceptis. Czacki [1]) fügt diesem Citate die Bemerkung bei, dass diese Centauri nichts anderes als die, von Caesar Uri, vom gemeinen Volke in Lithauen Tury genannten Żubry, und die tigrides nichts anderes als Luchse seien. Wir sehen somit, dass Czacki in seinem 1801 publicirten Werke einfach die Thatsache constatirt, dass das Volk in Lithauen den Żubr mit dem Namen Tur bezeichnet, wodurch die Identität dieser Thiere gewiss nicht im Mindesten angedeutet wird.

Christoph Kluk [2]) ist in unserer Frage kein sicherer Gewährsmann, indem seine Berichte über wilde Rinder-Arten eine vollständige Unkenntniss des Gegenstandes bezeugen. Der Bison wird nämlich von Kluk zweimal sowohl unter dem Namen Tur als auch Żubr beschrieben. Weiter berichtet Kluk, dass die Naturforscher den Tur als Bewohner von Podolien übereinstimmend bezeichnen. Wie wir gesehen haben, war dieses Thier von den Schriftstellern des XVI. Jahrhunderts als ein ausschliesslich masowitisches Wild bezeichnet worden, während nach Kromer in Podolien nur der Bison zu Hause sein sollte. Kluk fügt endlich hinzu, dass er über das Vorkommen des Tur nichts erfahren konnte, was selbstverständlich ist, da er gegen Ende des XVIII. Jahrhunderts von seinen Zeitgenossen über das Vorkommen eines Thieres nichts erfahren konnte, das bereits im Anfange des XVII. Jahrhunderts vollständig ausgestorben war.

1) Czacki, L. c. p. 259, Anm. 1738.

2) Kluk, Zwierząt domowych i dzikich osobliwie krajowych historii naturalnej początki. (Elemente einer Naturgeschichte der domesticirten und wilden Thiere, insbesondere der einheimischen.) Warschau 1795. Bd. I. p. 345.

Jarocki[1]) ist der Meinung, dass Herberstein die von ihm beschriebenen Rinder-Arten nicht gesehen habe und durch die doppelte Bezeichnung desselben Thieres irregeleitet worden sei, was durch die Berichte von Hartknoch und Masecovius bestätigt werde. Das grösste Gewicht legt Jarocki den Worten von Jonston bei, der ausdrücklich sagt, dass Urus ein Thier bezeichne, das in Masowien und Samogitien Tur, in Lithauen Żubr genannt werde. Jarocki meint weiter, dass die Nichtexistenz einer besonderen Tur-Art auch dadurch bestätigt werde, dass in Polen keine Knochen gefunden werden, die den Beweis von der ehemaligen Existenz dieses Thieres daselbst liefern könnten. Die Identität von Tur und Żubr sollen endlich die Volksnamen der Hierochloa borealis (Holcus borealis odoratus) beweisen, die im Königreich Polen Turówka oder Turza trawa (Tur-Gras), im Walde von Białowieża aber Żubrówka (Żubr-Gras) genannt wird.

Alle diese Einwendungen sind indessen nicht stichhaltig.

Hartknoch und Masecovius haben einfach die Namen der Thiere verwechselt, nicht aber die Identität derselben bewiesen.

Jonston's Berichte über Urus und andere wilde Stiere verdienen, wie v. Baer[2]) und Brandt[3]) dargethan haben, keine besondere Beachtung, da sie nur unkritische und mangelhafte Compilationen darstellen und keine eigenen Nachrichten von Jonston über polnische Rinder-Arten enthalten, die in den Mittheilungen eines polnischen Zoologen nicht vermisst werden dürften.

Ueber die Benennungen des Urus spricht sich Jonston[4]) mit folgenden Worten aus: »Polonis saltem in Masovia et Samogitia Tur vocatur, quem Gesnerus veterum tarandum esse iudicat. Lithuanis Zumbronem dici, Scaliger se invenisse tradit.« Ein polnischer Zoologe lässt sich somit über sein Vaterland von einem Fremden belehren; sein Zeugniss erscheint folglich bedeutungslos.

Die Behauptung von Jarocki, dass in Polen keine Knochen gefunden werden, die die Existenz des Tur beweisen möchten, erscheint

1) Jarocki, Pisma rozmaite. (Vermischte Schriften.) Warschau 1830. Bd. II. p. 277—279. Der Aufsatz über den Żubr auch deutsch: Zubr oder der lithauische Auerochs. Hamburg 1830.

2) v. Baer, Bulletin scientifique. 1838. Bd. IV. p. 119. Archiv für Naturgeschichte. 1839. p. 68.

3) Brandt. Verhandlungen der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. 2. Serie. Bd. II. 1867. p. 218. Anm.

4) Historia naturalis de quadrupedibus libri V Joannes Jonstonus concinnavit. Amstelodami 1657. p. 36.

kaum begreiflich, da die Ueberreste von Bos primigenius, der bereits von CUVIER [1]) mit dem Tur identificirt worden ist, in Polen so häufig gefunden werden, dass dieselben der Aufmerksamkeit von JAROCKI kaum entgehen konnten.

Ich glaube endlich, dass die Volksnamen von Hierochloa borealis keine Bedeutung haben und nur so viel beweisen, dass in Masowien mit der Zeit der Name Tur geläufiger geworden war. JAROCKI scheint auch einen gewissen Werth der Thatsache zuzuschreiben, dass dieselbe Gras-Art ein beliebtes Futter sowohl des Tur wie Żubr dargestellt habe. es ist aber a priori vorauszusehen, dass nahverwandte Pflanzenfresser dieselbe Pflanze mit Vorliebe abweiden. SAPALSKI [2]) theilt sogar mit, dass Hierochloa borealis auch das beliebteste Futter der Rehe und Edelhirsche darstellt.

Der Versuch JAROCKI's, das Wort Tur von samowtór (selb ander) abzuleiten, ist bereits von PUSCH [3]) als verfehlt und unlogisch zurückgewiesen worden.

Die wichtigsten Einwendungen gegen die Behauptung der Verschiedenheit des Tur und Żubr sind von PUSCH gemacht worden.

PUSCH bemüht sich zuerst, HERBERSTEIN's und anderer Berichte über den Tur zurückzuweisen, dann aber die Identität desselben mit Żubr darzuthun.

HERBERSTEIN's Berichte verdienen nach PUSCH kein besonderes Vertrauen wegen der mangelhaften Kritik dieses Autors. HERBERSTEIN berichtet nämlich, dass der Elch in lithauischer Sprache Loss (eigentlich Łoś) hiesse, so wie dass Suber (Zubr) ein lithauischer und auch ein polnischer Name des Bison sei, während in der That der Elch lithauisch Breedis, der Żubr aber Stumbras heisst [4]).

Die Ungenauigkeit und der Widerspruch sind aber hier gewiss nicht so bedeutend wie es sich PUSCH vorgestellt hat. Es ist kaum zu bezweifeln, dass HERBERSTEIN mit dem Namen Lithauer nicht ausschliesslich das lettische Volk, das er wahrscheinlich nicht näher gesehen hat, sondern ohne Ausnahme alle Bewohner des Grossherzogthums Lithauen bezeichnet habe, in welchem die höheren und mittleren Classen polnisch sprachen und auch gegenwärtig sprechen. Daher kann man nicht behaupten, dass HERBERSTEIN einen offenbaren Fehler began-

1) CUVIER, Recherches sur les ossements fossiles. Paris 1835. Bd. VI. p. 235.

2) SAPALSKI, Przyroda i Przemysł. (Zeitschrift für Natur- und Gewerbekunde.) 1867. p. 448. Anm. 2.

3) PUSCH, Polens Paläontologie. 1838. p. 202.

4) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 56, 59.

gen habe, wenn er über den Elch sagt: »Quae fera Lithuanis sua lingua Loss est«. Es ist auch eigentlich kein Widerspruch in der Behauptung, dass Suber ein lithauischer und gleichzeitig ein polnischer Name des Thieres sei; das war und ist ein polnischer Name, mit welchem die polnisch sprechenden Einwohner Lithauens das Thier ebenso gut bezeichnet haben, wie die Einwohner von Masowien und anderer polnischer Kron-Länder.

Der ausgeweidete Tur, den Herberstein von Sigismund August erhielt, war nach Pusch einfach ein alter, seinem natürlichen Tode schon naher Żubr-Stier. Diese Ansicht soll dadurch bewiesen sein, dass dieser Tur von der Heerde halblebendig ausgestossen war, und es ist bekannt, dass heut zu Tage nur alte Żubr-Stiere sich von ihrer Heerde absondern und einzeln herumschweifen [1]).

Ich glaube, dass sich Pusch in diesen Schlussfolgerungen selbst widerspricht. Alte Żubr-Stiere sondern sich in der That von der Heerde ab, können aber nicht von der Heerde halblebendig ausgestossen werden, weil sie sich selbst von derselben trennen. Diese einzeln herumschweifenden Stiere sind aber die kühnsten, wie es v. Brincken [2]) und Jarocki [3]) berichten, so wie auch Pusch selbst nach der Chronik von Dlugosz mitgetheilt hat [4]). Es ist endlich nicht zu ersehen, warum ein halblebendig aus der Heerde ausgestossenes Thier, einen alten, seinem natürlichen Tode nahen Stier darstellen sollte, da im Gegentheil junge Żubr-Stiere von den alten aus der Heerde ausgestossen und nicht selten sogar getödtet werden.

Herberstein und Mucante berichten, dass die Haut von der Stirn der von ihnen gesehenen Ture abgezogen war. Die aus dieser Stirnhaut verfertigten Gürtel sollten, wie Herberstein, Kromer, Schneeberger, Bonar und Sigismund Święcicki berichten, den schwangeren Frauen grosse Dienste leisten, indem man glaubte, dass sie Missgeburten verhüten und das Gebären erleichtern.

Pusch [5]) hebt hervor, dass in Lithauen diese Eigenschaften der Stirnhaut des Żubr zugeschrieben worden waren und auf Grund dieser Thatsache kommt er zu dem Schlusse, dass der Tur nichts anderes als ein Żubr sein konnte, weil seine Haut dieselbe Heilkraft besitzen sollte. Dieser Schluss beruht auf einer falschen Voraussetzung, als ob nicht dieselben medicinischen Eigenschaften verschiedenen Thieren zuge-

1) Pusch. L. c. p. 61.
2) v. Brincken, La fôret Impériale de Białowieża. p. 57.
3) Jarocki. L. c. p. 269, 270.
4) Pusch. L. c. p. 94, 95.
5) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 61, 74, 76, 107. Anm.

schrieben werden könnten. Die Thatsachen beweisen nämlich das Gegentheil.

Das Volk in den polnischen Niederungen schreibt dem Hasen- und Dachs-Fette eine besondere Kraft zu Wunden zu heilen; dieselbe Kraft wird von den Tatra-Bewohnern dem Fette des Murmelthieres (Arctomys marmotta) beigelegt. Wir haben somit drei verschiedene Thiere, von denen sogar zwei dieselben Orte bewohnen, deren Fett dieselbe heilsame Wirkung ausüben soll.

Wenn wir aber den Aberglauben bei Seite lassen, so sehen wir weiter, dass sogar die Medicin die Hörner des Edelhirsches und des Elches in nicht sehr entlegenen Zeiten auf dieselbe Weise benutzt hat [1].

Wir sehen somit, dass verschiedenen Thieren dieselbe Heilwirkung, sogar von der Medicin, zugeschrieben werden kann. Die Identität des Tur und Żubr wird demnach auch nicht im mindesten dadurch bewiesen, dass man den Gürteln aus der Stirnhaut dieser beiden Thiere dieselbe Heilkraft zugeschrieben habe.

Die Ansicht, dass Tur ursprünglich nur einen Żubr-Stier bezeichnet habe, bemüht sich Pusch weiter folgenderweise zu begründen [2].

Von den Schriftstellern des XVI. und XVII. Jahrhunderts werden nur die Tur-Gürtel erwähnt, es ist aber bekannt, dass für Gürtel die Stirnhaut der Żubr-Stiere, wegen des ihnen eigenen besonders starken Bisamgeruches, vorzüglich benutzt wurde. Es soll somit auf der Hand liegen, dass diese Tur-Gürtel blos Żubr-Gürtel, der Tur aber blos Żubr-Stier gewesen sei.

Ueber diesen Bisamgeruch, dem Pusch ein so grosses Gewicht zuzuschreiben geneigt ist, möchte ich Folgendes bemerken.

Das zahme Vieh besitzt, wenn auch in unbedeutendem Grade, einen deutlichen Bisamgeruch, da aber wilden Thieren ein stärkerer Geruch als den zahmgewordenen eigen ist, so ist es nicht zu bezweifeln, dass der wilde Bos primigenius einen stärkeren Bisamgeruch verbreitet habe, als seine gezähmten Nachkommen.

Die vermuthungsweise ausgesprochene Ansicht von v. Brincken [3], dass die Żubr-Gürtel wegen ihres Bisamgeruches geschätzt worden seien, ist aber keineswegs festgestellt. Die diesen Gürteln zugeschriebenen wunderbaren Eigenschaften sind vielleicht ebenso unbegründet gewesen, wie die damals den hinteren Klauen von Elchen zugeschrie-

1) Brandt und Ratzeburg, Medicinische Zoologie. Berlin. Bd. I. 1829. p. 35.

2) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 74.

3) Brincken. L. c. p. 61.

bene Heilkraft. Man glaubte nämlich, wie KROMER [1]) und HERBERSTEIN [2]) berichten, dass die einem noch lebenden Elche abgeschnittenen Hinterklauen ein vorzügliches Mittel gegen die Epilepsie lieferten, und aus dem oben citirten Briefe von CHRISTOPH RADZIWIŁŁ an JOHANN ZAMOJSKI erfahren wir weiter, dass diese Heilkraft die Klauen des hinteren linken Beines insbesondere besitzen sollten.

Ich glaube somit, dass den auf den Bisamgeruch der Stirnhaut der Żubr-Stiere basirten Schlussfolgerungen von PUSCH keine Beweiskraft zugestanden werden kann.

PUSCH [3]) ist der Meinung, dass die schwarze Farbe des HERBERSTEIN'schen Tures seine Artverschiedenheit gar nicht feststellen könne und kommt zu dem Schlusse, dass dieser Tur nichts weiter als ein Żubr im Sommerkleide war.

HERBERSTEIN hat, wie wir oben gesehen haben, Polen unter Sigismund August's Regierung zwei Mal im Sommer (1550 und 1553) und ein Mal im Winter (1552) besucht. Seinen todten Tur erhielt er höchst wahrscheinlich 1550 in Piotrków, als er dem König Sigismund August hervorragende Dienste leistete und sich so nah bei Jaktorówka (62,9412 Km. von Mszczonów) befand, dass sogar im Mai oder Juni ein grosses todtes Thier von dort nach seinem Aufenthaltsorte transportirt werden konnte. Im Jahre 1553 hielt sich HERBERSTEIN ausschliesslich in Krakau auf, wo er seinen Tur nicht erhalten haben kann, da diese Stadt von dem genannten Forst zu weit entfernt liegt, andererseits aber, nach KROMER, in dem näher gelegenen Walde von Niepołomice nur Edelhirsche, aber kein wildes Rind, vorhanden waren. Es ist endlich ganz unwahrscheinlich, dass HERBERSTEIN im Winter 1552 den Tur erhalten habe, da diese Reise blos den Zweck hatte, die Polen zu dem Kriege gegen die Türken zu bewegen, und HERBERSTEIN keine Gelegenheit gehabt hat, dem König Sigismund August besondere Dienste zu leisten.

Ich bin somit der Meinung, dass HERBERSTEIN den Tur im Sommer erhalten habe, glaube aber, dass dieser keineswegs für einen Żubr im Sommerkleide angesehen werden darf. Die lange, schmale Stirn und die Wamme des von HERBERSTEIN abgebildeten Tur können nämlich nicht bei einem Żubr im Sommerkleide hervortreten, der gewiss in allen Jahreszeiten seine kurze und breite Stirn behalten muss, so wie auch niemals eine Wamme entwickeln kann. Die schwarze Farbe des

1) KROMER. Polonia etc. 2. Auflage 1578. p. 39. Auch bei MIZLER. L. c. Bd. I. p. 127.

2) HERBERSTEIN, Rerum Moscoviticarum Commentarii. Basilae 1571. p. 110.

3) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 61—65. Polens Paläontologie. p. 199.

HERBERSTEIN'schen Tur wird gewiss Niemand als ein wichtiges Artmerkmal ansehen, um so mehr, als auf HERBERSTEIN's Tur-Abbildung die thatsächlichen Merkmale der Gattung Bos so deutlich ausgeprägt sind.

PUSCH[1]) fragt auch: »Woher hat denn HERBERSTEIN, der nur einen Tur mit abgezogener Stirnhaut sah und sich nach eigenem Geständniss auch nicht näher um die Ursache dieses Abziehens bekümmerte, gewusst, dass der Tur zwischen den Hörnern einen krausen Haarbüschel hatte, wie auf dem Holzschnitt ausgedrückt ist?« Eine solche Frage kann aber nur von solcher Seite erhoben werden, die sich von einer vorgefassten Ansicht beherrschen lässt, da nicht schwer zu ersehen ist, dass die von der Stirn abgezogene Haut an ihren früheren Platz wieder angelegt, oder auch gesondert betrachtet, das Bild des entsprechenden Thieres vervollständigen kann.

PUSCH[2]) unterwirft GESNER's Berichte über wilde Rinder einer strengen Kritik. Ich beabsichtige gewiss nicht das Gegentheil zu behaupten, muss aber bemerken, dass für die uns beschäftigende Frage nur die von GESNER mitgetheilten Briefe von SCHNEEBERGER und BONAR, nicht aber seine eigenen Compilationen von Wichtigkeit erscheinen. Ich glaube somit, dass PUSCH dieser Kritik zu viel Zeit und Raum unnöthig gewidmet habe, ohne die thatsächlich wichtigen Berichte gehörig studirt zu haben.

Die Berichte von GRACIANI verdienen, wie ich bereits mitgetheilt habe, keine Aufmerksamkeit, so dass PUSCH[3]) dieselben unnöthig so sorgfältig und eingehend analysirt hat.

Einen entschiedenen Beweis für die Identität des Tur und Żubr glaubt PUSCH[4]) an einer Stelle der Chronik von DŁUGOSZ aufgefunden zu haben, wo nicht nur ein und dasselbe Thier, sondern sogar dasselbe Exemplar bald Tur, bald Żubr (Zubro) genannt wird.

Diese Stelle der Chronik scheint indessen, wie ŻEGOTA PAULI[5]), der gelehrte Herausgeber sämmtlicher Werke von DŁUGOSZ bemerkt, nach dem Pater GUILLELMUS, der zwischen 1121 und 1124 die Wunder des heiligen AEGIDIUS beschrieben hatte, wiedergegeben zu sein. Das

1) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 63.

2) PUSCH. L. c. p. 79—87. 3) PUSCH. L. c. p. 69—73.

4) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 93—99.

5) JOANNIS DŁUGOSSII seu Longini Canonici Cracoviensis Historiae Poloniae Libri XII. Ad veterrimorum librorum manuscriptorum fidem recensuit, variis lectionibus annotationibusque instruxit IGNATIUS ŻEGOTA PAULI. Cura et impensis ALEXANDRI PRZEZDZIECKI. Tomus I. Cracoviae 1873. p. 461, adnotatio 2.

Thier ist von Guillelmus bubalus, von Długosz Tur oder Zubro genannt.

Długosz (geboren 1415, gestorben 1480) ist als ausgezeichneter Historiker, kluger Staatsmann, ehrenwerther Bürger seines Vaterlandes und verdienstvoller Erzieher der Kinder von Casimir Jagiellończyk bekannt und verehrt, kann aber nicht als ein sicherer Gewährsmann in dieser zoologischen, oder richtiger Jäger-Frage angesehen werden, da er den wilden Stier nur als Werkzeug der Gottes-Gerechtigkeit erwähnt, ohne sich sonst um denselben zu kümmern. Wir haben auch gesehen, dass die Verschiedenheit des Tur und Żubr nach anderen Zeugnissen kaum bezweifelt werden kann, und Długosz liefert eigentlich nur den Beweis, wie in jenen Zeiten die Namen Tur und Żubr verwechselt worden sind.

Um den Lesern die Möglichkeit zu verschaffen, die bezüglichen Stellen von Guillelmus und Długosz zu vergleichen, halte ich es für angemessen, dieselben hier neben einander vollständig zu citiren, obwohl sie ziemlich lang sind.

Guillelmus [1].

De pincerna ducis Poloniae a morte liberato.

Inclitae memoriae Bolizlaus dux Poloniae, cuius larga beneficia ad honorem, quem erga sanctum Egidium habere videtur, saepius experti sumus, cum gentilibus, qui contermini sibi sunt et Pomerani vocantur, diuturno proelio decertat. Hic itaque quoddam castrum eorum munitissimum, quod lingua Slavorum Stetin dicitur, obsidere et expugnare decrevit. Huic autem obsidioni pincerna ipsius, Sethet nomine, magnae indolis adolescens, cum ceteris principibus intererat. Hic cum die primo

Długosz [2].

Sethegius pincerna poenitentiam suam differens, a Sancto Aegidio per somnum monetur; postea a *turo* in venatione fere vita privatur, sed intercessione Sancti Aegidii restituitur (1107).

Sub eiusdem temporis tempestate, cum Polonorum Princeps et Monarcha Boleslaus, Sancti Aegidii confessoris praecipuus cultor (utpote cuius, ex parentibus longo tempore sterilibus et infaecundis, precibus suis et illius meritis obtentus fuerat ortus) Pomeranos in suam et Regni sui Poloniae cogendo ditionem,

1) Monumenta Germaniae historica edidit Pertz. Scriptores. Tomus XII. Hannoverae 1856. p. 320, 321.

2) Długosz, Historiae Poloniae Libri XII. Tomus I. Cracoviae 1873. p. 461—463.

expugnationis post proelium vespere iam facto ad castra remeasset, subito terrore attonitus coepit profiteri sociis, nequaquam se ad proelium rediturum, donec peccata sua sacerdoti confiteretur. Siquidem castrum debellando gladio se periturum formidabat. Verum tamen mane redeunte promissionis hesternae oblitus, ad oppugnationem nihilominus absque confessione rediit. Sicque fiebat cotidie, ut de bello rediens nimio metu mortis percuteretur et tamen peccata sua confiteri differret. Post aliquot dies castro expugnato et hostibus subactis, cum ad propria redirent, socios coepit alloqui: Non poenitet me profecto, commilitones, confessionem distulisse, cum et incolumis redeam et proclivem me valde ad vicia recognoscam. Quod verbum cum hi, quibus levitas morum inerat, laudibus efferrent, illi tamen, quibus erat mens sanior, vehementer aspernati sunt. Igitur medio itinere cum urbis moenia, si vellent, subintrare possent, loco oportuno ut sibi videbatur invento, subito tentoria figi praecepit, sociis quantum poterant retinentibus. Post cibum cum se noctu sopori dedisset, extemplo sanctus Egidius in veneranda canitie ei apparuit, statimque ab eo cognitus est (contingit enim aliquando, ut quis in somnis sanctos videat et cognoscat, quos castrum et oppidum Pomeraniense Sczecino, positis castris suorum exercituum, obsideret et omni conatu ad illius expugnationem, quae tandem et divina et Sancti Aegidii opitulatione secuta est, adniteretur: habebat inter alios sui exercitus homines militem unum Sethegium nomine, impigrum adolescentem, lingua promptum et manu inter raros milites eorum, et qui apud illum pincernatus officio fungebatur. Sed cum primo expugnationis die post varia praelia ad moenia oppidi sub oculis Principis Boleslai commissa, in castra sub vesperam revertisset, subito languore et terrore, quasi altero die hostili gladio in expugnatione arcis interiturus, correptus est: ita apud aures sociorum inclandestino sed aperte profiteri coepit, non se ad expugnationem arcis et urbis, nisi peccatis suis perprius confessis et dilutis, remeaturum. Sed die altero illucescente, dum in oppugnationem a Boleslao Duce et suis militibus iretur arcis et urbis, Sethegius pincerna, postquam sibi restitutus fuisset animus, sponsionis suae facile votum obliterans, in appugnationem cum caeteris militibus confessione inexpleta processit, et rediens eodem metu et valetudine perculsus votum confitendi, priusquam subiret moenia, resumebat. Sicque per dies aliquot assidue, dum ab expugnatione tortus metu pollicebatur se cessaturum a facinoribus

nunquam ante nisi nomine cognoverat) dixitque ei: Tu quidem Sethet mortem te evasisse et confessionem distulisse gloriaris, sed iam iamque vicinior tibi interitus instat. Quo dicto visio disparuit. Sed iuvenis a sompno excussus et mente consternatus, ita omnibus membris debilitatus est, ut in crastinum ad civitatem vix equitando pervenire posset. Post dies quinque dux praefatus venatione delectatus cum ad silvam tenderet, pincernam Sethet utpote familiarem se subsequi praecepit. Qui imperio eius reniti non audens, annisu quo potuit iter eius insecutus est. Cumque dux cum sociis bubalum mirae magnitudinis et ferocitatis, quorum illic maxima copia est, de cubili exturbasset, inter venabula et sagittas manus eorum incidens, irritatus vulneribus ex improviso pincernae fit obviam. Qui notam infamiae, si fugeret, metuens, equo descendit et secundum vires suas venienti venabulum adegit; sed casso vulnere perlatum est. Cum vero humi se utpote debilis prostrasset, bubalus diucius eum ad terram cornibus perfodere nitens, cum satis eum ungulis calcasset, statim inter eius crura cornua iniciens, sublimius eum in aëra sustulit, et sic inter spineta et arbusta eum confractum proiecit. Quo sociis, qui ab urbe secuti fuerant, accurrentibus, in panno constrictus, quia aliter tractari non potet contritione ac confessione purgaturum, subsequenti die sponsionem suam metu et aegritudine subsidente, praevaricatus est: nam miles ille Sethegius, quod et aliis usu venit, ut emendationem polliceantur metu infirmitateque ingruente, sed redeunte prioris fortunae indulgentia, in eandem mentis insolentiam pravosque mores et ipse rediturus quam pulchre. Castro expugnato et urbe, hostibusque subactis, obsidibusque potioribus ex urbe receptis, cum in propria remearent, Sethegius pincerna praefatus benignitatem et longanimitatem patientiae Dei, qua non subito ab eo ferrebatur, ducens in abusum, apud commilitones gloriari coepit: se non inutiliter nec imprudenter poenitentiam et confessionem distulisse, cum dilatione vitam promeruerit, quam acceleratione poenitentiae amisisset. Id dictum cum nonnulli administrantes adolescenti, ad insolentiam et ipsi proclivi, laudibus efferrent, viri prudentes et timorati deliramenta sua perosi et aspernati, corripiendo illum, abscedebant. Cumque Sethegius nocte insequenti sopori se dedisset, beatus Aegidius abbas canitie veneranda respersus illi quiescenti apparuit, et quamvis nunquam a Sethegio visus, instinctu tamen superno a Sethegio recognitus ait: Tu quidem Sethegi, ex dilatione confessionis, orationis et poenitentiae mortem evasisse te gloriaris: at ego tibi

rat, exanimis et quandam mentis alienationem passus, domum reportatus est. Cum tamen iam ad exitum appropinquaret, sanctus Egidius in eodem habitu iterum, quo supra, pene vigilanti apparuit dicens: Nisi me advocatum apud Deum vel sero iam interpellaveris, scito tibi mortem adesse. At ille velut praecognitum ac sibi familiarem sanctum sic allocutus ait: Sancte Dei Egidi, si tu pro me fideiussor apud Deum extiteris, et pro sanitate mea intercesseris, spondeo me omnes actus meos dirigere et ad monasterium tuum me ad offerendas gratias iturum. Et sanctus ad haec: Quoniam, inquit, advocatum me apud Deum habere voluisti, ego ipsum, qui neminem vult perire, sed omnes salvos fieri, pro te interpello et ex parte ipsius sanitatem tibi affuturam repromitto. Cumque visio disparuisset, statim incolumitate succedente, post paucos dies absque omni terrenae medicinae amminiculo sanitati ex integro restitutus est. Et eodem anno ad sancti huius sepulchrum ob referendas gratias venit. Sed quia mos est nobilium, ut semper inter extraneos caute se habeant, neminem passus est se cognosci; verumtamen procedente tempore a religiosis sacerdotibus pariter et laicis, qui de partibus illis causa orationis huc advenerant, ista saepius referentibus et audivimus et memoriae tradidimus.

interitum vicinum iam iamque adesse praedico. Quo dicto et vox et visio Sethegium deseruit, qui etsi visione oraculi deterritus, etiam in membris singulis languidatus foret, non ob id tamen emendatior effectus, Boleslaum Ducem post dies quinque venationes tractantem in saltus de Vszosin, quibus z u b r o n u m habebatur copia, est secutus. Cumque Boleslaus Dux, multis mactatis feris, z u b r o n e m unam rarae magnitudinis et ferociae, aliarum aspernantem consortia, et quae lingua eorum vocatur Jedyniecz, unicus et singularis, de cubili in quo latebat, exturbasset, et fera rictus canum, venabulaque militum evasura, fuga se pervicaci ex omnium insidiis eripuisset: in Sethegium forte pincernam incurrit. Qui cum fugere aut se occultare Duce Boleslao et caeteris commilitonibus inspectantibus, turpe ducens, equo desiliens, venabulo aegre excepit feram; sed ferro nequicquam adacto, humum cadit prostratus, ferae saevitiam vel ea prostratione evitaturus. Verum t u r u s, qui sua natura et more in iacentes obstinatius grassatur, cum Setegium primum ungulis, deinde cornibus diutius, commilitonibus nequicquam ferentibus opem, attrivisset, tandem cornibus exceptum et in aëra altius ibidem proiectum, iuxta ac quandam pilam frequentius ventilatum, ad extremum in fruteta et spineta con-

fractum et semianimem proiecit. Qui cum inde fera discedente, familiarium manibus levatus, pannisque involutus et constrictus, in proximam civitatem relatus, nullo sensu suum satis vigorem retinente, mentis insuper alienationem, quae illi ex crebra ferae iactatione provenerat, passus, non secus a cognatis et familiaribus, quam prope horam moriturus plangebatur. Verum illi in extremo agone iam agenti Sanctus Aegidius in specie, quae sibi prius vigilanti apparuit, blande super obstinata mente, poenitentiaeque neglectione correptum, illi dixit: Nisi me in advocatum interpellaveris, mortem impendentem nullatenus evadere poteris. Sethegius autem Sanctum Dei Aegidium non secus quam cognitum et sibi familiarem intuens, magno gaudio impletus, maximaque spe erectus, in haec verba prorupit: Supplex obsecro, Sancte Dei, primum bonam mihi valetudinem obtineas, deinde pro me apud clementissimum Dominum te vadem et advocatum ponas, spondeasque vitam, mores et actus emendaturum et pro commisso iniungendam acturum poenitentiam, pedibus insuper bustum tuum et coenobium quamprimum visitaturum. Ad quem Sanctus: Ego, inquit, a te rogatus, suffragatorem me tibi et misericordem advocatum apud Altissimum, qui neminem perire, sed omnes salvare vult, exhibeo. iamque ex parte suae maiestatis

salubritatem integram reddo. Tu de caetero cave, ne tuos actus invitiaveris, et pondus prioribus addendo, te ipsum praecipitem dederis, duriori ultione percellendum. Mirum dictu, visione disparente Sethegius pincerna in singulis membris confractis, comminutis et collisis sentiens se mox sanatum absque omni humano adminiculo et medela, cunctis familiaribus et cognatis qui aderant, novitate rei in stuporem et admirationem versis, Provinciam ad monasterium in quo Sanctus Aegidius quiescit, pedestri itinere profectus, Sanctum Dei donis oblatis, supplici veneratione, et sui periculi curatorem et liberatorem recognovit, ac in propria remeans, facinorum suorum foeditatem in pulvere corde contrito et humiliato deplangebat.

Pusch[1]) glaubt auch dadurch die Identität von Tur und Żubr beweisen zu können, dass die wilden Stiere desselben Waldes von Wiskitki oder Jaktorówka, von Długosz als Tur, von Sarnicki aber als Bisontes bezeichnet werden.

Die bezüglichen Stellen lauten nämlich wie folgt:

Długosz[2]) erzählt, dass Vladislaus Jagiełło 1422 nach Abschluss eines ewigen Friedens mit den deutschen Rittern »Gratiarum itaque actione in Deum celebrata, factis apud Posnaniam oblationibus solennibus, per Pyzdri, Schadek, in Masoviam descendens, in Wyskitky venationes taurorum silvestrium, qui in Polonico Thury appellantur, agebat«.

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 102.

2) Joannis Długossii seu Longini, Historiae Poloniae Libri XII. Cura et impensis Alexandri Przezdziecki. Tomus IV. Craecoviae 1877. p. 307.

Sarnicki[1]) berichtet im Jahre 1585: »Bzura fluvius 53.6 (latitudinis gradus et minuta) 42.8 (longitudinis gradus et minuta) — infra Lowicium (Łowicz) ubi sunt nobiles bisontum venationes, locus ille et silva vocatur Wiskitki.

Pusch sagt: »War gleich Sarnicki kein sonderlicher Historiker, so zeigt doch jenes Werk (Descriptio veteris et novae Poloniae) und sein grosses seltenes Rechtsbuch, dessen nicht genau bekannter Titel nach Braun: Statuta i Metryka przywilejów Koronnych ist, dass er sein Vaterland ziemlich genau kannte«. Diesem günstigen Urtheile entsprechend, wird von Pusch den oben citirten Worten von Sarnicki ein grosses Gewicht beigelegt. Bartoszewicz[2]), ein anerkannt vorzüglicher Kenner der polnischen Literatur und Geschichte, ist aber anderer Meinung und bezeichnet Sarnicki als einen elenden Schriftsteller. Ich glaube somit, dass die oben citirten Stellen von Długosz und Sarnicki nur die Verwechselung der Namen Tur und Żubr, nicht aber die Identität der Thiere selbst beweisen.

Die Verwechselung der Namen Tur und Żubr oder Auerochs und Bison ist aber bei den Schriftstellern des XVI. und XVII. Jahrhunderts gar nicht selten.

Cellarius[3]) in seiner Beschreibung von Preussen belegt den Bison mit dem Namen Urus. Von Henneberger[4]) ist der Bison mit dem Namen Auerochs bezeichnet und daneben recht gut beschrieben und abgebildet worden. Henneberger theilt daneben mit, dass Herberstein ein anderes Rind mit dem Namen Auerochs bezeichnet habe und wiederholt die Worte dieses Diplomaten. Hartknoch[5]) bezeichnet den Bison als Auerochs, den Tur als Bison.

Die von Pusch[6]) citirten Stellen aus einem Hochzeits-Gesange und der »Historia Lithuaniae« von Kojałowicz, sind in derselben Weise zu deuten, um so mehr als beide Schriften dem XVII. Jahrhundert angehören, also einer Zeit, in der Tury, nach dem Zeugniss von Ostroróg, höchstens noch bei Zamość in dem Thiergarten der Grafen

1) Stanislai Sarnicki, Descriptio veteris et novae Poloniae. 1585. Bei Mizler. Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 242.

2) Bartoszewicz, Historja literatury Polskiej. (Geschichte der polnischen Literatur.) 2. Auflage. Krakau 1877. Bd. I. p. 389.

3) Andreae Cellarii, Regni Poloniae Magnique Ducatus Lithuaniae descriptio. 1659. Mizler, Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 621.

4) Henneberger, Erläuterung der preussischen grössern Land-Tafel. Königsberg 1595. p. 251.

5) Hartknoch, Altes und neues Preussen. 1684. p. 211. Citirt nach A. Wagner in Schreber's Säugethiere. Theil 5. Bd. II. p. 1489.

6) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 121 Anm., p. 125.

Zamojski vorhanden sein konnten. Das Horn des von Gedymin erlegten Tur-Stieres liefert somit nur den Beweis von der Verwechselung der Namen Tur und Żubr.

Wenn nun eine solche Verwechslung bereits im XVI. und XVII. Jahrhundert vorkam, so kann es nicht befremden, dass Masecovius (Mazekowski) im XVIII. Jahrhundert in seiner »Dissertatio de Uro 1705« den Bison unter dem Namen Urus beschrieben hat. Ich glaube demnach, dass Jundziłł[1]) ohne Grund diese Namenverwechslung von Mazekowski als einen Beweis für die Identität von Tur und Żubr auffasst.

Pusch[2]) hebt hervor, dass in der polnischen Sprache häufig ein und dasselbe Thier mit mehreren Namen bezeichnet werde und hält sich demnach für berechtigt anzunehmen, dass die Namen Tur und Żubr dasselbe Thier bezeichnet hätten.

Die polnische Jäger-Sprache ist in der That sehr reich an Thier-Benennungen, so dass einige Jagd-Thiere sogar viele Namen besitzen, und der Hase ist in dieser Beziehung am freigiebigsten ausgestattet. Pusch theilt, aber irrthümlicher Weise, mit, dass das Murmelthier in polnischer Sprache mit zwei Namen: świszcz (richtig świstak, d. h. Pfeiffer) und bobak bezeichnet würde. Świstak bezeichnet in der That das Murmelthier (Arctomys marmotta L.), bobak aber die Arctomys bobac P. Die polnischen Namen dieser beiden Thiere sind bereits in der alten Zoologie von Jundziłł[3]) ganz richtig und scharf unterschieden worden, wo Pusch das Richtige ohne Mühe ersehen konnte.

Obwohl nun dasselbe Thier in polnischer Sprache mehrere Namen besitzen kann, so ist daraus noch nicht zu schliessen, dass die Namen Tur und Żubr immer nur ein und dasselbe Thier bezeichnet hätten, da in der polnischen Jäger-Sprache, um die es sich hier handelt, mitunter verschiedene Thiere mit demselben Namen bezeichnet werden. Der Hase wird von den Jägern am häufigsten kot (Katze) genannt und mit demselben Namen bezeichnet man auch die eigentliche Katze, die gewiss allen, auch den ungebildetsten Leuten wohl bekannt ist. Das Reh heisst in der Jäger-Sprache der polnischen Niederungen koza (die Ziege), in den Tatra-Gebirgen, wo man das Reh richtiger als sarna bezeichnet, heisst die Gemse ebenfalls koza. Die Hausziege,

1) Jundziłł, Zoologia krótko zebrana (kurz gefasste Zoologie). 4. Auflage. Wilno 1829. Th. I. p. 235.

2) Pusch, Polens Paläontologie. 1838. p. 198.

3) Jundziłł. L. c. p. 166, 167.

die überall in Polen von den Juden mit besonderer Vorliebe gezüchtet wird und allbekannt ist, bezeichnet man ganz allgemein mit ihrem eigentlichen Namen koza. Mit demselben Namen koza werden somit drei verschiedene Wiederkäuer bezeichnet: die Hausziege, das Reh und die Gemse.

Ich glaube demnach dargethan zu haben, dass die von Pusch hervorgehobene Analogie eben so gut in ganz entgegengesetztem Sinne gedeutet werden kann, wodurch ihre Unzuverlässigkeit bewiesen wird.

Pusch [1]) macht darauf aufmerksam, dass Jaktorówka ehemals durch die sumpfigen Wälder von Kampinos einerseits mit dem Skwa-Wald, andererseits aber gegen Osten mit den Wäldern zusammenhing, die noch heute zwischen Bug und Narew vorhanden sind, und auf diese Weise mit dem Żubr-Walde von Białowieża in Zusammenhang gestanden haben. Dieser gewiss richtigen Bemerkung fügt Pusch Folgendes hinzu:

»Wenn nun in diesem grossen von Ost nach West gestreckten Sumpf-Waldland einst der Żubr wahrscheinlich überall lebte, da wir ihn mit Bestimmtheit in Podolien am Boh, in Wolhynien am Prypeć, zwischen San und Weichsel, in der Białowieżer Wildniss an der Narewka, im Skwana-Wald bei Ostrołęka, in Ostpreussen, in Hinterpommern und an der Oder bei Stettin seit dem XII. Jahrhundert durch historische Zeugnisse kennen lernten, so ist es doch im hohen Grade unwahrscheinlich, dass in demselben Sumpf-Waldland nur auf die kleine Jaktorowska puszcza beschränkt eine andere davon verschiedene wilde Ochsen-Art gelebt haben sollte, die überdem noch eine Bison-Art gewesen sein musste, weil ihre Stirnhaut wegen des ihr eigenthümlichen Moschus-Geruchs zu denselben Zwecken benutzt wurde wie die Stirnhaut des Żubr, dessen Gehirn und Stirnhaare diesen Geruch besitzen. Wo von grossen Wiederkäuern und Einhufern ähnliche Arten etwa nahe bei einander wohnen, sind sie gewöhnlich durch verschiedene Art der Wohnörter von einander unterschieden. So in Nordamerika der Moschus-Ochse in dem felsigen, waldlosen Lande der Esquimaux und in den Steppen an der Hudsonbai, der Buffalo (Bison) hingegen mehr südwärts vom grossen Slavensee in den grossen waldigen Ebenen an den Strömen einst bis zum atlantischen Meere. So von den beiden Kameelarten die eine auf der steinigen Hochebene von Bactrien bis in die Mongolei, die andere in den grossen Niederungen und Sandwüsten von Vorderasien und Nordafrika. So von den beiden sehr ähnlichen Zebraarten Südafrikas, eine auf den Bergen, die andere

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 107, nebst Anmerkung.

in den Ebenen. So von den beiden wilden Eselarten neben einander in Asien, der Hemionus (Dschiggetei) auf trockenen, waldlosen Grasweiden in den mongolischen und daunischen Steppen, der Kulan (Onager) hingegen in den bergigen Wäldern am Aralsee, im Gebirge um Casbin, selbst in den Gebirgen von Malabar und Golconda.«

In der That lebte, den Zeugnissen von Herberstein und Bonar gemäss, der Tur im XVI. Jahrhundert nur in Masowien, nach Kromer, Schneeberger und Święcicki ausschliesslich in Jaktorówka, den Thiergarten von Johann Zamojski selbstverständlich ausgenommen, in welchen die Thiere übergeführt worden sein konnten und wahrscheinlich auch in der That eingeführt worden sind. Diese Thatsachen beweisen aber nicht im mindesten, dass das Thier niemals weiter verbreitet wäre. Bos primigenius war im Gegentheil ehemals sehr verbreitet, da seine fossilen Knochen, wie Brandt [1]) dargethan hat, von Grossbritannien und Frankreich bis zum Altai-Gebirge in Sibirien, von Süd-Schweden bis Italien, von Kurland bis Bessarabien angetroffen werden.

Bos primigenius hat vielleicht niemals diesen ganzen weiten Verbreitungsbezirk gleichzeitig bewohnt; aus der Zusammensetzung von Brandt [2]) geht jedenfalls hervor, dass derselbe in Central- und Ost-Europa in historischen Zeiten noch ziemlich weit verbreitet gewesen ist. Ich halte mich demnach für berechtigt anzunehmen, dass der Tur in Polen ursprünglich einen viel weiteren Verbreitungsbezirk als später gehabt habe.

Im XIII. Jahrhundert war der Tur bereits insofern vor Vertilgung geschützt, als die Jagd auf denselben und den Bison für die Herzoge von Masowien ausschliesslich vorbehalten war [3]), was auch in folgenden Jahrhunderten gewissenhaft befolgt wurde [4]).

1) Brandt, Verhandlungen der Russisch-Kaiserlichen Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. 2. Serie. Bd II. 1867. p. 185—199.

2) Brandt. L. c. p. 199—227.

3) Durch ein Privilegium aus dem Jahre 1298 schenkte Boleslaus, Herzog von Masowien, einem Ritter Paulecz die Dörfer Karwowo und Nosarzewo, sowie Nosarzewo und Dębsk (in dem gegenwärtigen Gouvernement von Płock) mit folgender Beschränkung des Jagd-Rechtes: »Donamusque praefato militi nostro in sepedictis villis venationem liberam singularum ferarum excepto Pomilione qui dicitur Tur, quem volumus spectare nostrum ad ducatum. Kodeks dyplomatyczny Księstwa Mazowieckiego. (Diplomatischer Codex des Herzogthums von Masowien.) Herausgegeben vom Prinzen Thaddäus Lubomirski. Warschau 1863. p. 34.

4) Ziemowit, Herzog von Masowien, erlaubte im Jahre 1359 der Herzogin von Wyszogród in allen seinen Besitzungen die Jagd auszuüben, jedoch mit Ausnahme

Im XVI. Jahrhundert war der Tur bereits ein recht seltenes, nur auf Masowien und sogar ausschliesslich auf die Jaktorówka beschränktes Thier. In jener Zeit wurde der Tur in der Jaktorówka auf dieselbe Weise gehegt, wie heut zu Tage der Żubr in Białowieża.

Aus einem Lustrationsprotocolle des königlichen Waldes Jaktorówka vom Jahre 1553 [1]) ersehen wir nämlich, dass die Bauern des Dorfes Jaktorów von sonstigen Dienstleistungen befreit, dafür aber zum Sammeln des Heues für den Tur verpflichtet waren. SCHNEEBERGER berichtet, dass denselben Dienst auch andere Dörfer zu leisten angehalten waren. Durch ein 1597 gefälltes Urtheil [2]) erfahren wir weiter, dass den Bauern nicht gestattet wurde in diesem Walde das Heu für sich selbst zu sammeln oder ihr Vieh weiden zu lassen. Der Tur konnte auch nicht die Grenzen der Jaktorówka überschreiten, da man, wie SCHNEEBERGER berichtet, die im Sommer aus dem Forst in benachbarte Wälder übergetretenen Thiere mit Gewalt zurücktrieb, wozu besondere Jäger angestellt waren, die dieses Revier täglich begehen und andererseits die Thiere controliren sollten.

Allen diesen Maassregeln ungeachtet ging der Bestand der Tury seinem Verfall rasch entgegen. In der Lustration vom Jahre 1564 wird angegeben, dass die königlichen Revisoren im Forst nur noch eine Heerde von 30 Tury, und zwar 22 alte Kühe, 3 junge Turstiere und 5 Kälber gesehen hätten; daneben sollten noch 8 alte Turstiere vorhanden sein [3]). In der Lustration aus dem Jahre 1599 berichtet man, dass sich in dem Forst nur 24 Tury befinden [4]). In der Lustration 1602 werden nur 4 Tury, in der Lustration 1620 nur eine Turzyca (d. h. Turkuh) angeführt, in der Lustration 1630 endlich meldet man, dass diese einzige Turzyca bereits vor drei Jahren, d. h. 1627 gestorben sei [5]).

In den Berichten des XVI. Jahrhunderts wird somit der Tur als

des Tur. (Praefatam quoque dominam ducissam, venationem omnium animalium et ferarum solo animali quod Thuer vulgariter dicitur duntaxat excepto. Codex diplomaticus Poloniae. Studio et opera LEONIS RZYSZCZEWSKI et ANTONII MUCZKOWSKI. Varsaviae 1847. T. I. p. 215.)

Das oben citirte Privilegium aus dem Jahre 1436, das von CZACKI publicirt worden ist, enthält eine gleiche Beschränkung des Jagd-Rechtes.

1) BALIŃSKI und LIPIŃSKI, Starożytna Polska pod względem historycznym, jeograficznym i statystycznym opisana. (Altpolen in historischer, geographischer und statistischer Beziehung beschrieben.) Warschau 1843. Bd. I. p. 584, 585.

2) BALIŃSKI und LIPIŃSKI. L. c. p. 585.

3) JAROCKI, Pisma rozmaite. (Vermischte Schriften.) Warschau 1830. Bd. II. p. 280 Anm.

4) BALIŃSKI und LIPIŃSKI. L. c. p. 585.

5) JAROCKI. L. c. p. 280 Anm.

ein recht seltenes, bereits aussterbendes Thier erwähnt, das sorgfältig gehegt und in seinem Mutterwalde künstlich zurückgehalten werde.

Alle diese hier dargelegten Erwägungen erscheinen so einfach, dass ich nicht begreifen kann, warum Pusch es für in hohem Grade unwahrscheinlich hält, dass ein gehegtes und seltenes Wild auf einen verhältnissmässig kleinen Wald beschränkt gewesen sei, um so mehr als der, noch gegenwärtig in Białowieża gehegte Żubr den Beweis für die Möglichkeit eines solchen Verhaltens liefert.

Pusch hebt, wie wir gesehen haben, auch hervor, dass nahe bei einander wohnende Wiederkäuer und Einhufer ähnlicher Art gewöhnlich auch verschiedenartig gestaltete Localitäten bewohnen. Sicherlich ist dieses in der That häufig der Fall, doch kann dieses Verhalten keineswegs als Beweis für die Identität von Żubr und Tur aufgefasst werden, da die neben einander aufgefundenen fossilen Knochen dieser beiden Thiere, d. h. von Bos primigenius und Bison priscus, das Zusammenleben derselben beweisen. Rütimeyer[1] und Wilckens[2] haben die Knochen dieser beiden Stiere in denselben Pfahlbauten von Robenhausen und Wanwyl in der Schweiz, sowie in dem Pfahlbau des Laibacher Moores in der Krain angetroffen. Die Möglichkeit des Zusammenlebens der uns beschäftigenden Rinderarten wird auf diese Weise ausser allen Zweifel gestellt.

Die Ansicht von Ostroróg, nach welcher Tur und Żubr wegen ihres gegenseitigen Hasses und ihrer beständigen Kämpfe in demselben Thiergarten nicht zusammengehalten werden dürften, steht mit der Thatsache in keinem Widerspruche, dass diese Stiere in denselben weiten Waldungen ehemals angetroffen worden sind. In einem engen Raume eingeschlossen begegnen sich die feindseligen Thiere beständig, in einem grossen Walde aber gar selten, da sie besondere Lagerstätten haben und sich gegenseitig meiden können. Es ist ja allgemein bekannt, dass in demselben Walde Hirsche und Rehe mit Wölfen, so wie Hasen mit Füchsen, gewiss aber nicht in demselben Thiergarten zusammenleben können, da in diesem letzteren Falle die harmlosen Pflanzenfresser keine Gelegenheit haben den Raubthieren zu entgehen, was ihnen dagegen in einer grossen Waldung insofern gelingt, als sie sich daselbst sogar vermehren.

In seiner ersten Abhandlung über den Tur stellt Pusch[3] die Be-

1) Rütimeyer, Fauna der Pfahlbauten. p. 70.

2) M. Wilckens, Ueber die Schädelknochen des Rindes aus dem Pfahlbau des Laibacher Moores. Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1877. Nr. 7, 8. Bd. VII. p. 165.

3) Pusch, Polens Paläontologie. p. 201, 202.

hauptung auf, dass in der polnischen Sprache Tur dieselbe Bedeutung habe, wie Żubr (Stumbras) in der lithauischen. Diese Ansicht sucht er folgenderweise zu begründen.

»Nun finden wir nach dem amtlichen Verzeichniss aller Ortschaften im Königreich Polen nur 7 Oerter in demselben, welche von Żubr abstammen und diese alle in den Kreisen Sejny, Augustów, Kalwaria und Mariampol, welche ursprünglich und auch jetzt noch zum grössten Theil nur vom lithauischen Volksstamm bewohnt sind; *keinen einzigen solchen Namen in Masovia, Kujawien, Gross- und Klein-Polen*, Dahingegen giebt es 58 Ortschaften, welche von Tur abstammen, in allen Theilen des Königreichs, von den Karpathen bis nach Lithauen und nur 7 von ihnen in den oben genannten 4 echt lithauischen Kreisen. Da nun der Auerochs einst in ganz Polen wohnte, so ist es klar, dass die von ihm benannten Ortschaften in dem Theil des Landes, der seit dem vierten Jahrhundert fast nur von Slaven besetzt war, auch nach seinem slavischen Namen Tur und nur in dem vom lithauischen Stamm bewohnten Landstrich nach seinem lithauischen Namen Zubr benannt wurden.«

Seine ursprüngliche Ansicht, dass Tur ein polnischer, Żubr (Stumbras) ein lithauischer Name desselben Thieres sei, ändert Pusch [1]) insofern in seiner zweiten Abhandlung, als er anerkennt, dass Stumbras, Sumbrs, Zumpros und Żubr, so wie der Name Tur dem slawischen Sprachstamme im Allgemeinen, mit Einschluss der lettischen Dialecte angehöre. Pusch [2]) gesteht daneben, dass der Name Zumbr oder Żubr auch der polnischen Sprache eigen sei, hält aber gleichzeitig an den, auf den Ortsnamen des Königreichs Polen basirten Schlüssen fest [3]). Auf diese Weise widerspricht sich Pusch selbst, da seiner eigenen Ansicht gemäss nicht zu ersehen ist, warum in rein polnischen Districten kein nach dem Żubr genannter Ort vorhanden sein könnte, falls der Name Żubr der polnischen Sprache eigen sei. Die auf die Ortsnamen basirten Schlussfolgerungen von Pusch sind übrigens in der That entschieden unrichtig.

Ohne mich auf linguistische Nachforschungen einzulassen, will ich nur bemerken, dass Długosz und Kromer den Bison mit dem Namen Zambr und Zubr [4]) bezeichnet haben. Es liegt somit auf der Hand,

1) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 125 und folgende.

2) Pusch. L. c. p. 129. 3) Pusch. L. c. p. 122.

4) Nobilis de domo Zambrza Glowa alias Wieniawa. Ein Edelmann aus der Familie Zamberza Głowa (Zambr-Kopf) oder Wieniawa, d. h. ein Edelmann aus der

dass dem Żubr in polnischer Sprache ehemals auch der Name Zambr und Zubr beigelegt wurde. Daneben ist in Bezug auf die Aussprache der hier in Betracht kommenden Laute zu bemerken, dass der Laut *am* in gleicher Weise wie dieselben Buchstaben, oder auch wie *en* und *em* in der französischen Sprache ausgesprochen werde (z. B. amplifier); ausserdem werden die Nasenlaute von dem Volke verschieden ausgesprochen, es kann daher nicht bezweifelt werden, dass der Bison auch als Zembr (*em* wie französisch *in* ausgesprochen) bezeichnet worden war.

Wenn wir nun festgestellt haben, dass der Żubr polnisch auch mit dem Namen Zambr, Zembr oder Zubr bezeichnet worden ist, so überzeugen wir uns weiter, dass in demselben amtlichen Verzeichnisse aller Ortschaften im Königreich Polen [1], das Pusch vor Augen gehabt hat, in rein slawischen Kreisen 42 Orte nach dem Tur, in Masowien daneben 8 nach dem Zambr [2] und 3 nach dem Zembr [3] benannte Orte aufgeführt werden. Aus den vier von Pusch erwähnten lithauischen Kreisen von Augustów, Sejny, Kalwaria und Mariampol, von denen der Kreis von Augustów und der südliche Theil des von Sejny eine polnische Bevölkerung besitzt, werden in dem citirten amtlichen Verzeichnisse 7 nach dem Stumbras oder Żubr [4] und 5 nach dem Tur [5] benannte Orte angeführt.

Familie, die das Wappen dieses Namens benutzte, in welchem ein Ochsen-Kopf abgebildet ist. Długosz, Liber Beneficiorum. Cura et impensis Alexandri Przezdziecki. Bd. I. p. 507, 548. Bd. II. p. 35.

Długosz, Historiae Poloniae Libri XII. Cura et impensis Alexandri Przezdziecki. Vergl. die oben citirte Erzählung über den Mundschenk Sethegius (Sieciech), sowie auch weiter unter dem Jahre 1410: »Wladislaus Poloniae Rex processit in Przyszow: ubi iterum venationi intentus, multas feras silvestres onagrinas et zubrinas, quae in Polonico Loszy vocantur, cepit.« L. c. Bd. IV. p. 5.

Kromer, Polonia etc. 1578. p. 39. Vergl. die oben citirte Stelle.

1) Tabella miast, wsi i osad Królestwa Polskiego alfabetycznie ułożona w Biurze Komissyi Rządowej Spraw Wewnętrznych i Policyi. Warszawa 1827. (Verzeichniss der Städte, Dörfer und Orte im Königreich Polen, alphabetisch geordnet im Bureau der Regierungs-Commission für die inneren Angelegenheiten und die Polizei. Warschau 1827.)

2) Zambrów, Zambrzyniec, Zambrzyca, Zambrzyce janko, Zambrzyce króle, Zambrzyce nowe, Zambrzyce plewki, Zambrzyce stare, Zambrzyków.

3) Zembrów, Zembrzuś, Zembrzuś mokry grunt.

4) Stumbryszki, Żubronajcie, Żubrówka nowa, Żubrówka stara, Żubry, Żubryn, Żubrynek. (Stumbryszki und Żubronajcie sind entschieden lithauischen Ursprungs.)

5) Turówka (zwei Dörfer dieses Namens), Tursona, Tursucie, Turyszki. (Tursona, Tursucie und Turyszki sind entschieden lithauischen Ursprungs.)

Wenn wir die Grenzen des Königreichs Polen überschreiten, so finden wir in Galizien, d. h. in Kleinpolen, 10 nach dem Tur und 5 nach dem Zubr oder Żubr benannte Orte [1]).

In Grossherzogthum Posen, d. h. in Grosspolen fehlen ebenfalls nicht nach dem Zambr oder Zembr und Tur benannte Orte. In dem Verzeichnisse von Plater [2]) ist das Dorf Zamborz (Kreis von Neustettin), sowie die Dörfer Turostowo (Kreis von Gnesen), Turowo (Kreis von Szamotuły oder Samter) und Turwia (Kreis von Kościany) angeführt. Daneben kann ich noch folgende Beispiele citiren, die ich der Gefälligkeit meines Studiengenossen Herrn Stosław Łaguna verdanke. In dem Kreise von Międzychodz (Birnbaum) befindet sich ein Dorf Zemsko (Semritz) und in dem Kreise von Międzyrzec (Meseritz) ein Dorf desselben Namens Zemsko (Samst). Ebemals, im Jahre 1260, existirte in demselben Lande Zambercz, gegenwärtig Zemsko genannt [3]).

In der Provinz Preussen endlich befinden sich die Dörfer: Zembrze in dem Kreise Strassburg und Zamborst in dem Kreise Neustettin [4]).

Auf diese Weise erscheint es sicher, dass die Behauptung von Pusch, dass weder in Masowien, noch in Kujawien, Gross- und Kleinpolen ein nach dem Żubr (d. h. auch Zambr und Zembr) benannter Ort vorhanden sei entschieden falsch ist, und auf ungenügendem Studium des betreffenden Gegenstandes basirt ist. Wenn wir weiter auf Grund der Ortsnamen in Polen urtheilen wollen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass sowohl der Name

1) Turady (Kreis von Stryj), Turaszówka (Kr. von Jasło), Turbia (Kr. von Rzeszów), Tureczka (Kr. von Sambor), Turówka (Kr. von Tarnopol), Tursko (Kr. von Sącz), Tyrylcze (Kr. von Czortków), Turynka (Kr. von Żółkiew), Turza gniła (Kr. von Stryj), Turkocin (Kr. von Złoczów), Żubracze (Kr. von Sanok), Zubrza wieś (Kr. von Lwów), Zubrzec (Kr. von Stanisławów), Zubrzyce (Kr. von Sambor), Zubrzyk (Kr. von Sącz). Skorowidz wszystkich mejscowosci położonych w królestwie Galicyi i Lodomeryi wraz z Krakowem i Bukowiną. (Alphabetisch geordnetes Ortschafts-Verzeichniss der Königreiche Galizien und Lodomerien, sammt Krakau und Bukowina.) Lemberg 1855.

2) L. P. Opisanie jeograficzno-historyczno-statystyczne Województwa Poznańskiego. (Geographisch-historisch-statistische Beschreibung der Wojewodschaft von Posen.) Berlin 1851, p. 219, 221.

3) Archiwum teologiczne Ks. Jabczyńskiego. (Theologisches Archiv vom Priester Jabczyński.) Posen 1836. Bd. I. p. 478 und 479.

4) Ritter's geographisch-statistisches Lexicon. 6. Auflage unter Redaction von Dr. O. Henne-Am Rhyn. Leipzig 1874. Bd. II.

Ich möchte noch bemerken, dass in demselben Lexicon folgende nach dem Zubr benannte Orte angeführt sind: Zubry in Mähren, Zubricza und Zubrohlava (Zubr-Kopf) in Ungarn, Comitat Arva.

Stumbras, Zembr, Zambr, Zubr oder Żubr, wie auch der Name Tur, der polnischen und der lithauischen Sprache in gleicher Weise eigenthümlich sind.

In und neben der alten Jaktorówka werden nur nach dem Tur, jedoch nicht nach dem Żubr benannte Orte angetroffen. Pusch [1]) nimmt an, dass dies aus folgenden Gründen geschehen sei.

In seiner Beschreibung von Masowien spricht sich Andreas Święcicki über die masowitische Biała [2]) folgenderweise aus [3]).

»Biała (quasi albam dicas) Chelmensis Roxolani antistitis iura agnoscit, non tam amplitudine, aut elegantia, quae nulla est, quam finitimorum latrociniis apud remotiores Masoviae celebrata. Nobiles ii sunt extremae fortis, sed qui temeritate et audacia ad omne facinus obeundum promti: ditioribus terrori sunt, et barbara licentia caedibus atque ineludiis inter se debachantur. Nec longe inde absunt Pomrozanie, a Mroga torrente nomen sortiti, quorum mores infames et desperata audacia, carminibus vulgi notantur. Apud eos populos, patrum memoria homicidia ita vulgabantur, ut indecorum omnino putaretur viro nobili et cuique honoratissimo, aliquem saltem suis manibus non peremisse: sed iam et vicinorum commerciis et disciplina legum mansuefiunt fera ingenia.«

Ueber die Einwohner von Bolemów sagt derselbe Topograph [4]):

»Inhumani et inhospitales, contra quam caeteris Masoviis mos est, eius sunt pagi incolae, ita ut illac transeuntes vel in foeda pluvii coeli inclementia, omnibus diversoriis exclusi, aut silvam petere, aut sub dio pernoctare cogantur, quod et mihi aliquando illuc iter facienti accidit.«

Simon Starowolski [5]) berichtet seinerseits über dieselbe Biała: »Biala Chełmensis Antistitis ditio.«

Pusch glaubt, dass diese Berichte von Święcicki und Starowolski folgenderweise zu deuten seien [6]).

»Aus dieser Erzählung geht nun hervor, dass die Stadt Biała in Masovien, ungefähr 2 Meilen östlich von Rawa, die Rechte des antistes

1) Pusch. L. c. p. 105, 109—111.

2) Die masowitische Biała befindet sich in Masowien neben der Stadt Rawa, eine andere, die podlachische, von einer ruthenischen Bevölkerung bewohnte, Biała findet sich in Podlachien und liegt an der Warschau-Terespoler Eisenbahn.

3) Vergl. Mizler, Historiarum Poloniae etc. Bd. I. p. 494.

4) Vergl. Mizler. L. c. p. 494, 495.

5) Simonis Starovolscii, Polonia. Bei Mizler. L. c. p. 438.

6) Pusch. L. c. p. 110.

(Bischofs) von russinisch Chełm, d. i. des einst nur von Russinen bewohnten Landes Chełm zwischen Lublin und Volhynien anerkannt habe. Es entsteht die Frage, wie kam diese Stadt, mitten in dem von katholischen Polen bewohnten Masovien gelegen, dazu, unter dem griechisch unirten Bischof von Chełm zu stehen, wie auch STAROWOLSKI bezeugt. Wir finden die Ursache davon nirgends angeführt und es ist also wohl nur die Vermuthung erlaubt, dass einst in dieser Gegend eine russinische Niederlassung von griechischem Glauben stattgefunden haben möchte. Verbinden wir damit die Nachricht, dass das Volk in der Nähe der Jakterowska puszcza, wo die T u r i lebten und besonders die am Flüsschen Mroga wohnenden Pomrożani, die man also auch im 17. Jahrhundert noch mit einem besonderen Namen bezeichnete, sich von den übrigen Masoviern durch rohe Sitten, Ungastlichkeit, Neigung zu Raub und Mord sehr unvortheilhaft auszeichneten, so wird es noch wahrscheinlicher, dass in dieser Gegend einst ein von den übrigen lachischen Stämmen verschiedener kleinrussischer oder wie die Polen sagen russinischer Stamm (ruskie plemie) angesiedelt war, was offenbar der am weitesten gegen Westen vorgedrungen gewesene wäre und in dieser Wildniss eigenthümliche rohe Sitten lange Zeit beibehielt. Ist diese Conjectur richtig, so würde dadurch auch erläutert, warum der Z u b r gerade nur in dieser Gegend von Masovien den Namen T u r so lange beibehielt, weil in den kleinrussischen Mundarten der aus der litbauischen Sprache in die polnischen und weissrussischen Mundarten übergegangene Name Z u b r bis heute noch dem gemeinen Volke unbekannt ist und dafür immer der Name T u r gebraucht wird. Daher darf es uns gar nicht befremden, wenn der eine polnische Schriftsteller den Namen T u r erwähnt, der andere nicht, und wenn der eine dieselbe Beschreibung vom T u r wie der andere vom Z u b r giebt.«

Die Unhaltbarkeit dieser Vermuthung wird durch folgende Berichte von BALIŃSKI und LIPIŃSKI [1]) über die masowitische Biała dargethan.

NICOLAS KOŚCIELECKI, B i s c h o f v o n C h e ł m, erhielt vom König Alexander [2]) die eine Hälfte des Gutes Biała, und kaufte 1510 die andere Hälfte desselben. Auf diese Weise wurde dieses Landgut dem Vermögen der Bischöfe von Chełm einverleibt. JAKOB BUCZACKI, Bischof von Chełm, erhielt 1521 von Sigismund I. die Erlaubniss, dieses Dorf zu einer Stadt zu machen. Vor einigen Jahren ist wieder Biała zu einem Dorfe gemacht.

1) BALIŃSKI und LIPIŃSKI. L. c. Bd. I. p. 564.

2) Der König Alexander regierte 1501—1506.

Die Abhängigkeit der masowitischen Stadt Biała von den Bischöfen von Chełm basirte somit auf Eigenthums-Rechten, keineswegs aber auf religiösen Verhältnissen. Die von Pusch bezüglich der Bevölkerung dieser Biała gemachten Conjecturen erscheinen demnach unbegründet, da dieser District eine ebenso polnische Bevölkerung wie andere Theile von Masowien besessen hat. Der Versuch, den in Jaktorówka üblichen Namen Tur dadurch zu erklären, dass dort ein ruthenisches Volk eingesiedelt war, das in seiner Sprache den Namen Żubr gar nicht besessen habe, erscheint selbstverständlich vollkommen unbegründet und verdient keine Beachtung. Ich bin meinerseits der Meinung, dass das wilde Rind in Jaktorówka als Tur deswegen bezeichnet worden ist, da es in der That denselben, nicht aber den Żubr repräsentirt hat.

In Bezug auf den Namen Pomrożanie, den Pusch in der oben citirten Stelle als einen Beweis für die Stammesverschiedenheit der Träger dieses Namens von anderen Bewohnern Masowiens auffasst, ist Folgendes zu bemerken.

In der polnischen Sprache werden die Bewohner verschiedener Localitäten nach ihrem Wohnorte bezeichnet. Die Bewohner einer Stadt bezeichnet man nämlich mit einem besonderen, nach dieser Stadt gebildeten Namen, so z. B. die Bewohner von Warschau (polnisch Warszawa) heissen Warszawianie, von Berlin — Berlińczycy, von Paris (polnisch Paryż) — Paryżanie u. s. w. Die Bewohner des Dorfes Marki heissen Markowiaki, von Zakopane — Zakopianie u. s. w. Die an einem Flusse wohnenden Leute werden häufig nach diesem Flusse bezeichnet, so z. B. die längs der Weichsel (polnisch Wisła) wohnenden Leute heissen Powiślanie. Aus demselben Grunde hat auch Święcicki die an dem Flüsschen Mroga wohnenden Leute als Pomrożanie bezeichnet, und mit diesem Namen werden dieselben nicht nur gegenwärtig bezeichnet, sondern werden auch diesen Namen wahrscheinlich so lange behalten, als die Mroga und die polnische Sprache existiren werden.

Es ist in der That unbegreiflich, wie Pusch einen so bedeutenden Fehler wie den obigen begehen konnte, um so mehr, als er viele Jahre in Polen lebte und über die Bedeutung des Namens sich wohl instruiren konnte.

Was endlich die rohen Sitten, den Mangel an Gastfreiheit, Neigungen zu Raub und Mord der Pomrożanie und Jaktorówka-Bewohner anbetrifft, so können alle diese schlechten Eigenschaften derselben keineswegs ihre Stammesverschiedenheit von den echten Masowiern beweisen, da es nicht schwer hielte, Beispiele von benachbarten Dör-

fern und Landdistricten anzuführen, deren Bewohner sich gegenseitig die schlimmsten Neigungen zuschreiben, was gar häufig ohne Grund geschieht. Es ist auch wahrscheinlich, dass Święcicki die Jaktorówka-Bewohner deshalb in zu schwarzen Farben geschildert hat, weil er, wie er selbst erzählt, in jener Gegend, aus sonst unbekannten Gründen, wenig gastfrei aufgenommen worden ist.

Als Beweis gegen die Existenz einer besonderen Tur-Art hebt auch Pusch[1]) den Umstand hervor, dass von verschiedenen alten Schriftstellern, wie Herodot, Aristoteles, Caesar, Pausanias, Oppian der Jüngere, nur ein einziges wildes Rind, und zwar der Żubr, erwähnt wird. Dieser Beweisführung fehlt aber jeder sichere Anhalt.

Brandt[2]) hat nämlich darauf aufmerksam gemacht, dass Caesar in der That zwei verschiedene wilde Stiere zu erwähnen scheint, andererseits aber hebt v. Baer[3]) ganz richtig hervor, dass Herodot, Aristoteles, Pausanias und Oppian über den Tur deswegen nicht berichten konnten, da sie von den Ländern, wo dieses Thier einheimisch sein sollte, d. h. von Polen, Böhmen und Central-Europa, keine Kenntniss gehabt haben.

Pusch[4]) glaubt endlich, in dem »Statut Wielkiego Księstwa Litewskiego« (Gesetzbuch des Grossherzogthums Lithauen) einen Beweis von der Nichtexistenz einer besonderen Tur-Art gefunden zu haben. Er hebt nämlich hervor, dass in diesem Gesetzbuch verschiedenes Wild angeführt, der Tur aber nicht erwähnt werde, »obgleich ihn mehrere Schriftsteller aus dieser Zeit, wie Matthias von Miechów und andere in Lithauen genannt haben und der Name noch im Volksdialect der westrussischen Provinzen existirt«.

Die Unhaltbarkeit dieser Schlussfolgerungen ist bereits durch treffende Bemerkung von Brandt[5]) dargethan worden, dass in der Zeit, in der dieses Gesetzbuch redigirt worden ist, d. h. am Anfange des XVI. Jahrhunderts, der Tur bereits so selten war, dass er, nach den Worten von Herberstein, fast ausschliesslich in Thiergärten gehegt wurde. Es liegt somit auf der Hand, dass in jener Zeit der Tur unter den Waldthieren nicht erwähnt werden konnte. Der Tur ist zweitens

1) Pusch, Polens Paläontologie. p. 205—208.

2) Brandt, Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. 1867. p. 216.

3) v. Baer, Bulletin scientifique. Bd. IV. p. 120. — Archiv für Naturgeschichte. 1839. p. 69.

4) Pusch, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 114 und folgende.

5) Brandt. L. c. p. 225.

nur von MATTHIAS VON MIECHÓW, von keinem anderen Schriftsteller aber als ein in Lithauen vorkommendes Thier bezeichnet. PUSCH [1] ist nun selbst der Meinung: »es bleibe ungewiss, ob MATTHIAS VON MIECHÓW Tur und Zumbro für zwei verschiedene Thiere hielt«; er erklärt somit selbst die Berichte von MIECHOWITA bezüglich des Tur in Lithauen für zweifelhaft und unwichtig. Es muss in der That Wunder nehmen, dass PUSCH in demselben Aufsatze dieselben Berichte so verschieden beurtheilen konnte.

Das oben Mitgetheilte berechtigt mich, meiner Meinung nach, zu folgenden Schlüssen:

Die Namen Tur und Żubr sind oft verwechselt worden, andererseits aber lassen verschiedene Zeugnisse, hauptsächlich die von HERBERSTEIN und OSTRORÓG, keinen Zweifel darüber übrig, dass man mit diesen Namen eigentlich zwei verschiedene Rinder-Arten, d. h. den Bos primigenius und Bison europaeus bezeichnet habe.

Die gegen die Existenz einer besonderen Tur-Art erhobenen Einwendungen, die von PUSCH nicht ausgenommen, erscheinen nicht stichhaltig und sind von mir eine nach der anderen zurückgewiesen worden.

Der Tur hat sich am längsten in Polen erhalten, wo er in der Jaktorówka erst am Anfange des XVII. Jahrhunderts, in dem Thiergarten von Zamojski vielleicht noch später erloschen ist.

Warschau, d. 11. Januar 1878.

1) PUSCH, Archiv für Naturgeschichte. 1840. p. 101.

Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insecten-Ordnungen.

Von

Dr. J. H. L. Flögel.

Mit Tafel XXIII u. XXIV.

Eine vorläufige Mittheilung über den Bau des Arthropodengehirns gab ich bereits am 21. September 1876 auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg, Section für Zoologie [1]) unter Vorlegung zahlreicher Präparate und einiger Photographien. Ein paar Monate später erschien [2]) eine Arbeit von M. J. Dietl über denselben Gegenstand. Ich lasse jetzt eine ausführlichere Mittheilung über die Resultate meiner bisherigen Studien im Gebiete der vergleichenden Anatomie der Insectengehirne folgen, wobei ich übrigens von vornherein betonen möchte, dass Manches erst durch die detaillirte Beschreibung einzelner Gehirne und durch Abbildung zahlreicher Durchschnitte derselben, welche ich in einer grösseren Arbeit zu liefern gedenke, überzeugend klar gelegt werden kann. Insofern können auch gegenwärtige Zeilen nicht beanspruchen, wesentlich mehr als eine Vorarbeit zu sein.

Die Organisation des Gehirns der gesellig lebenden Hymenopteren darf ich als durch die Arbeiten von Dujardin, Leydig, Rabl-Rückhard und Dietl als hinlänglich bekannt voraussetzen. Die weite Kluft, welche zwischen der complicirten Einrichtung dieses Gehirns und derjenigen von anderen Insecten mit geringen Kunsttrieben sich zu befinden schien, wurde zuerst ausgefüllt, als es mir glückte, in der ge-

1) Tageblatt p. 115.

2) Diese Zeitschrift Bd. XXVII. p. 488.

meinen Schabe, Blatta oder Periplaneta orientalis, das lange gesuchte Object zu finden, dessen Gehirntheile sich ohne grosse Schwierigkeit mit denen des Hymenopterengehirns homologisiren lassen. Damit war der Weg geebnet für das Verständniss der anderen Gehirne.

Allerdings mussten nun zur Aufhellung des Dunkels die feinsten und besten Untersuchungsmethoden angewendet werden. Diese sind je nach den einzelnen Objecten verschieden, müssen meist durch vielfache oft vergebliche Versuche erst ermittelt werden und bedingen daher einen langsameren Fortschritt im weiteren Vordringen, als unter anderen Umständen möglich wäre. Es war bald genug klar, dass man mit den früheren Methoden — Aufhellung durch Kali, Säuren, Deckglasdruck u. s. w. — wenig mehr erreichen kann, als die genannten Forscher. Nur wenn man die bei den Wirbelthiergehirnen mit so grossem Erfolge in den letzten Jahren betriebene Schnittmethode anwendet, konnte man eine gedeihliche Weiterentwicklung dieser Studien hoffen. Das Detail der versuchten und erprobten weitläufigen Härtungs- und Tinctionsmethoden gebe ich nicht an diesem Orte, verweise übrigens im Allgemeinen auf das l. c. Gesagte. Nur über das benutzte Mikrotom sei hier bemerkt, dass dasselbe z. Th. nach meinen Angaben und Erfahrungen in der optischen Werkstatt des Herrn Dr. H. Schröder in Hamburg hergestellt worden ist. Das Instrument, dessen geradezu unerwartete Leistungen über alles Lob erhaben sind, ist mit dem Mikroskop verbunden, und arbeite ich mit demselben durchgängig unter 30—50 maliger Vergrösserung. Es unterliegt keiner Schwierigkeit, damit Reihen von Schnitten herzustellen, die an Vollkommenheit nichts zu wünschen übrig lassen. Ich brauche zum Beweise dafür nur anzuführen, dass ich ein Blattagehirn in 60—80 frontale Schnitte zerlege, ja in sagittaler Richtung sogar eins in 350 Schnitte getheilt habe, und zwar in lückenloser Reihe, alle sauber aufgelegt und der Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen zugänglich.

Mit diesem vortrefflichen Hülfsmittel der Forschung gelang es mir, die Organisation des Insectengehirns mit einer Klarheit mir zur Anschauung zu bringen, wie es meines Wissens bis jetzt von Niemandem erreicht ist. Das Gehirn, das man bisher meistens nur nach seinen äusseren morphologischen Verhältnissen untersucht hat und dessen Inneres man ansah für ein Klümpchen Nervensubstanz, aus einer Rinde von Ganglienzellen bestehend mit einer inneren Punctsubstanz, »in der sich durch gewisse Behandlungsweise faserige Züge erkennen lassen«, löst sich nun in ein ausserordentlich kunstvolles Bauwerk mit der bewundernswürdigsten Anordnung seiner Bestandtheile und der vollkommensten Symmetrie derselben auf, in welchem jeder der Hunderte

von Faserzügen seine genaue Lage, wahrscheinlich eine jede Zelle ihren bestimmten Platz hat!

Für die Darstellung wähle ich im Allgemeinen denselben Gang, welchen ich l. c. befolgt habe, indem ich mit dem Blattagehirn beginne.

Unter Gehirn verstehe ich nur das obere Schlundganglion mit seinen Anhängen. Das untere Schlundganglion schliesst sich in seinem Bau fast ganz an die Thorax- und Bauchganglien an und findet in dieser Abhandlung keine Berücksichtigung.

Blatta (Periplaneta) orientalis.

Die bisherigen Ergebnisse meiner Forschungen berechtigen mich zu der Behauptung, dass einstweilen Blatta das zweckmässigste Untersuchungsobject bildet, einestheils wegen der verhältnissmässig recht beträchtlichen Grösse der Elemente, anderentheils, weil dies Gehirn gewissermassen einen Ausgangspunct darstellt, von dem aus man aufsteigend die viel complicirter gebauten Gehirne der Hymenopteren und absteigend die einfacheren Gehirne der Käfer und Schmetterlinge verstehen lernt.

Führt man einen Frontalschnitt ziemlich durch den Mittelraum des Gehirns, so fällt bei summarischer Betrachtung zunächst eine Art stützenden Gerüstes auf, um welches sich die anderen Theile scheinbar gelagert haben. Das Gerüst und besonders seine oberen hufeisenförmig sich präsentirenden Stücke bilden eigentlich die Hauptmasse des Gehirns. Ich unterscheide nun als einzelne Bestandtheile des Gerüstes: 1) den Balken; 2) das Vorderhorn; 3) den Hinterast; 4) die beiden Becher nebst ihren Inhalts- und Bekleidungszellen; Alles paarig zu beiden Seiten der Medianlinie gelegen. Ferner macht sich etwa im Centrum des ganzen Gehirns ein eigenthümlich gebauter, im Frontalschnitt beinahe citronenförmig gestalteter unpaarer Körper bemerklich, den ich Centralkörper genannt habe. Als Vorsprünge des Gehirns markiren sich der Lobus opticus und der Lobus olfactorius, welche schon von den Autoren für andere Insecten benannt sind. Der Zwischenraum zwischen diesen Lobi und den obengenannten Stücken des Gerüstes wird ausgefüllt mit Fasersubstanz, den umhüllenden Fasern, welche auf der Aussenseite mit einer Rinde von Ganglienzellen bekleidet sind.

Hieraus ergiebt sich die für die Beschreibung des Gehirns erforderliche Eintheilung, und wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Theile über.

Die zur Erläuterung beigegebenen Photogramme 1 und 11 eines Schnittes zeigen die wesentlichsten Stücke des Gehirns. Das Gehirn

ist, beinahe genau senkrecht zur Mittellinie in 130 Frontalschnitte à 7,3 μ Dicke zerlegt; der Schnitt Nr. 54 ist der photographirte. Im Uebrigen ist zur Orientirung Folgendes hinzuzufügen. Die Schnitte 1—17 gehen durch die vorderen Wölbungen der Hemisphären; von Nr. 18 an sind beide Hemisphären verbunden; in Nr. 23 beginnen die Lobi olfactorii und in Nr. 26 die Becher; in Nr. 41 Anfang der Hinteräste und in Nr. 47 Beginn der Lobi optici; bei Nr. 88 letzter Zusammenhang derselben mit den Hemisphären; in Nr. 91 letzte Spur der Becher; in Nr. 99 sind beide Hemisphären zuletzt verbunden; der Rest geht durch die hinteren Vorwölbungen der Hemisphären und durch die vordere Partie der Schlundcommissuren.

1) Centralkörper. Ziemlich in der Mitte des Gehirns liegt ein oben gewölbter, unten meist ebener, in dem hinteren Theile sogar unten concaver, an den Seiten zugespitzt endigender Körper, den ich l. c. als Centralkörper bezeichnet habe [1]. Auf horizontalen Gehirnschnitten erscheint er beinahe, wie auf frontalen Schnitten, elliptisch mit mehr oder weniger spitzen, in den Hemisphären gelegenen Enden. Die untere Fläche liegt den beiden Balken auf, und wird durch eine Faserlage davon geschieden. In jedem nur einigermassen brauchbaren Präparate sieht man, dass dieser Körper aus 2 Hälften besteht: einer oberen massigeren, und einer unteren kleinen. Beide sind durch eine horizontale, etwas nach oben convexe Linie geschieden (Fig. 11 *v*). Eine weitere Differenzirung besteht in einer Art Gliederung jeder Hälfte. Deutlicher tritt dies meist in der oberen Hälfte hervor, die dadurch stellenweise einige Aehnlichkeit mit einer gekrümmten Made hat. Es sind 8 solcher Abschnitte vorhanden. Dies Aussehen wird durch Bündel von wenigen dicken Nervenfasern bedingt, die in regelmässigen Abständen von hinten und oben in den Centralkörper eintreten, um dort, wenigstens für unsere jetzige Wahrnehmung, zu verschwinden. Ausser diesen Fasern finden sich in der Substanz des Centralkörpers sehr viele ganz feine, mannigfach sich durchkreuzende Nervenfasern, während die eigentliche Grundsubstanz entweder netzförmig gestrickt oder körnig structurirt ist. Das Detail ist nur mit hohen Vergrösserungen und in äusserst günstigen Präparaten aufzuklären, und bin ich, als ich zuerst an dem viel grösseren Centralkörper des Dytiscus marginalis diesen Bau gefunden hatte, später auch bei

1) Dietl nennt bei der Biene diesen Körper »fächerförmiges Gebilde« (l. c. p. 498) und giebt eine Darstellung vom Bau desselben, der ich in vielen Puncten nicht zustimmen kann. Leydig bezeichnet ihn (Tafeln zur vergleichenden Anatomie Taf. VIII, Fig. 4 *F*) bei der Ameise als zum Commissurensystem gehörig. Die Benennung »Centralkörper« bedarf wohl keiner besonderen Rechtfertigung.

Blatta auf manche dieser Verhältnisse aufmerksam geworden, die bei nicht hinreichend feinen Schnitten der Beobachtung entgehen. (In dem in Rede stehenden Exemplar wird der Centralkörper durch die Schnitte Nr. 46—62 getroffen, woraus sich zugleich seine Dimension von hinten nach vorn zu 124 μ ergiebt.) Unmittelbar umgeben ist der Centralkörper von Faserlagen, die z. Th. die beiden Hemisphären verbinden — also Commissuren in dem bei Wirbelthieren gebräuchlichen Sinne —, z. Th. von hinten nach vorn verlaufen. Von diesen gehen jene die Gliederung hervorrufenden Fasern gekrümmt ab ins Innere des Centralkörpers. — Nach hinten liegen beim Centralkörper zwei eigenthümlich geformte, viel kleinere Massen von netzförmiger Substanz, nur durch einige Faserlagen von dem ersteren getrennt, und zwar die eine etwas höher, die andere tiefer. Ich nenne erstere die Dorsalknolle, letztere die Basalknolle des Centralkörpers. Aus diesen Knollen entspringen Nervenfasern. Ganglienzellen enthält der Centralkörper nicht; nur in den umgebenden Fasern sieht man stellenweise Kerne, die aber vielleicht zu Tracheenzellen gehören.

2) Balken. Unterhalb des Centralkörpers befinden sich die beiden horizontal liegenden Balken. In der Medianlinie stossen sie in beträchtlicher Strecke mit breiten Enden auf einander (Schnitt 41—70). Die Trennungsfläche beider, welche entwicklungsgeschichtlich (und anscheinend auch phylogenetisch) von Wichtigkeit ist, nenne ich Balkennaht. Sie enthält bei Blatta weder Zellen noch Fasern. Das andere Ende jedes Balkens liegt in der betreffenden Hemisphäre, etwas weiter nach aussen, als die Spitze des Centralkörpers. Der Balken führt keine Zellen und besteht wahrscheinlich aus allerfeinsten Fasern; deutlich habe ich dieselben hier nie zur Anschauung bekommen; doch geht der Zug der angedeuteten Faserung ziemlich parallel nach der Balkennaht zu. Ein höchst eigenthümliches Structurverhältniss, welches nur in günstigen Fällen zu Gesicht kommt, ist ein Bogenliniensystem, welches seine Concavität der Spitze des Centralkörpers zukehrt (in dem Photogramm erkennbar). Ob dies eine Gruppirung der feinen Fasern zu höheren Einheiten darstellt, ist mir gänzlich zweifelhaft geblieben. Die Bogenlinien setzen sich ohne Unterbrechung in den Hinterast fort.

3) Vorderhorn. Verfolgt man das Aussenende des Balkens, so sieht man, dass es sich dichotomisch spaltet; der eine Ast geht nach hinten (Hinterast), den nach vorn gehenden Ast nenne ich das Vorderhorn, nach seiner eigenartigen an das Horn eines Wiederkäuers erinnernden Gestalt. Das Vorderhorn ist ungefähr ebenso dick als der Balken. Es begiebt sich von dem ebengenannten Astwinkel aus nach vorn und oben, schmiegt sich hier an die Becher an und endigt

blind an der Vorderfläche des Gehirns, anscheinend unmittelbar unter dem Neurilemm. Auf Horizontalschnitten erscheint es fast cylindrisch. Eigentliche Fasern sieht man hier ebenso wenig klar, wie im Balken, aber der Ausdruck einer Faserung in der Längsrichtung des Vorderhorns ist auf den gewöhnlich untersuchten Frontalschnitten sehr deutlich, und bei Horizontalschnitten erscheint das Ganze aus zahllosen Puncten zusammengesetzt. (In dem oben erwähnten Gehirn liegt der Astwinkel im Schnitt 41; das Vorderhorn wird fast in ganzer Länge getroffen in Schnitt 35; die letzten Spuren des Vorderendes sind oben am Scheiteltheil des Gehirns in Schnitt 10.) Eine fernere Differenzirung der Masse in Schichten ist nur bei horizontalen Gehirnschnitten nachweisbar. Es zeigt sich in denselben, dass das Vorderhorn aus einer Art nicht concentrischer Lamellen besteht. Eine Verbindung des Vorderhorns am Vorderende mit den Bechern oder mit den umliegenden Ganglienzellen war niemals nachzuweisen.

4) Von dem bei 3 erwähnten Astwinkel aus entspringt der colossale Hinterast, der in dem photographirten Schnitt oben ziemlich axial getroffen ist, während die Verbindung mit dem Balken nur auf der rechten Seite noch getroffen wurde. Dieser Hinterast kann auch als 2 Aeste oder Zweige, ein äusserer und ein innerer angesehen werden, die gleich anfangs zwar getrennt sind, aber unmittelbar an einander liegen. So ergeben es wenigstens Horizontalschnitte. Hier ist nun die Zusammensetzung aus zahllosen Längsfasern sehr deutlich und Niemand wird bezweifeln, dass wir hier einen und zwar den stärksten Nervenfaserzug des ganzen Gehirns vor uns haben. Oben scheiden sich die beiden Zweige des Hinterastes und jeder breitet sich etwas pinselförmig aus, um dann einzutreten in

5) die 4 Becher. Ich lasse alle früher von den Autoren bei Biene und Ameise gebrauchten Benennungen für die Becher, wie »pilzhutförmige Gebilde«, »gestielte Körper«, »Lappen mit Windungen«, »Gehirnwindungen«, »radial-gestreifte Scheiben«, »Markwülste« (Dietl) fallen, um diesen Gehirntheil nach seiner bei einfacher gebauten Gehirnen auftretenden Gestalt treffend zu benennen. Da ist es nämlich ein wirklicher Becher, wie auch in einem gewissen jugendlichen Entwicklungsstadium. Wir unterscheiden den äusseren und den inneren Becher nach ihrer Lage zur Mittellinie. Der äussere liegt ein Minimum weiter nach hinten, als der innere, und da sie beide annähernd gleich gross sind, so folgt, dass auf den vorn beginnenden Frontalschnitten der innere früher erscheinen und früher aufhören muss als der äussere. Im Allgemeinen ist auf solchen Schnitten die Gestalt der Becher die eines Hufeisens oder Winkeleisens, und wenn man sich alle

Schnitte in Gedanken wieder combinirt, so findet man, dass es muldenartige flache Gefässe sind mit zugespitztem Grunde. Die Wandung dieser Becher besteht aus zweierlei Substanz. Die eine Masse ist, man mag die Schnitte führen wie man will, netzförmig gestrickt und zeigt bei hohen Vergrösserungen ein ähnliches Verhalten, wie wir unten für die Lobi olfactorii, als bei schwachen Vergrösserungen schon nachweisbar, näher angeben werden (sehr kleine rundlich-eckige Balken, zwischen denen Fasern laufen). Die andere Masse aber ist deutlich längsfaserig; sie kleidet die Innenfläche des Bechers aus, wo sie die netzförmig gestrickte Substanz, welche bei weitem den grössten Theil der Wand ausmacht, allenthalben überlagert und setzt sich, indem alle Fasern im spitzen Grunde des Bechers zusammenlaufen, in den Zweig des Hinterastes fort [1]. An jedem Becher muss man ferner den Grund, die innere Wandfläche, den Rand und die Aussenfläche unterscheiden.

Jeder Becher ist angefüllt mit fast zahllosen kleinen Zellen; eigentlich sind nur die Kerne das direct Wahrnehmbare dabei. Wenn man aber recht zarte Schnitte mit guten Vergrösserungen vornimmt, sieht man zwischen diesen Zellen ungemein feine Fäserchen. Mehrere solcher Fäserchen sammeln sich zu Strängen; endlich treten die Stränge, wie ein Strom aus zahlreichen Rinnsalen entstehend, in besonderen Puncten, die ich Einströmungen nenne, in jene faserige Innenwandsubstanz der Becher ein. Die Einströmungen liegen an bestimmten Stellen [2]. Diejenigen Zellen, welche den grössten Theil des Becherinneren ausmachen — Füllzellen mögen sie heissen — senden ihre Fasern anscheinend alle nach einem Einströmungspuncte nahe dem Becherrande. Eine Partie Zellen, welche ich wegen ihrer Lage die Grundzellen nenne, hat mehr Protoplasma als die Füllzellen; diese Grundzellen schicken ihre Fasern direct in den Hinterast. Die Randzellen, welche die Ränder der Becher bekleiden, zeichnen sich nicht weiter vor den Füllzellen aus, und scheinen ihre Fasern

1) Unklar ist es mir, wie DIETL (l. c. p. 504) für Gryllotalpa die Zellen von der Becherwand durch Bindesubstanz, die angeblich vom Neurilemm ausgehen soll, geschieden sein lässt. Gryllotalpa habe ich bisher nicht nachuntersuchen können; aber bei Forficula und Acridium besteht dergleichen ebensowenig wie bei Blatta, es sind die Lagen der Fasern aus den zahllosen Ganglienzellen, welche diese selbst von der netzförmig gestrickten Substanz trennen.

2) Es scheint, dass DIETL diese deutlichen Nervenfäden bei Gryllotalpa (Fig. 8 u. 9 die Linien in der Substanz *gk*) wiederum für Bindesubstanz angesehen hat, und zwar als Querschnitte von angeblichen Lamellen, die vom Neurilemm ausgehen sollen.

z. Th. zu den Einströmungen der letzteren, z. Th. an der Aussenseite der Becherwand herabzusenden. Die Aussenzellen, welche die Aussenwand der Becher bekleiden, sind wenig zahlreich (im Photogramm nicht von den benachbarten Zellen zu unterscheiden); überdies giebt es an der Fläche, wo die beiden Becher aneinander grenzen, keine oder höchst vereinzelte; ihre Fasern gehen wohl an der Aussenseite des Bechers herunter. — An günstigen Präparaten sieht man, dass die Füllzellen durch eine gerade Mittellinie in eine rechte und eine linke Hälfte zerfallen (*t*). — Die Zahl der zu einem Becher gehörigen sämmtlichen Zellen beträgt nach einer oberflächlichen Schätzung gegen 17,000, im ganzen Gehirn also 68,000.

6) Die umhüllenden Fasern umgeben, wie schon erwähnt, das Gerüst beinahe von allen Seiten. Es giebt aber hiervon Ausnahmen. Die beiden Vorderhörner liegen in beträchtlicher Strecke der Vorderfläche des Gehirns an, ohne von anderen Fasern bedeckt zu werden; die Becherzellen nehmen die ganze Dorsalfläche des Gehirns ein. Hiernach lassen sich etwa folgende Abtheilungen der umhüllenden Fasermasse aufstellen:

a. unmittelbare Umgebung des Centralkörpers;

b. Region zwischen Vorderhorn und Hinterast;

c. Region vor dem Centralkörper bis zur Vorderfläche, begrenzt durch die beiden Vorderhörner;

d. Region ausserhalb der Vorderhörner und Hinteräste bis zum Lobus opticus und Lobus olfactorius;

e. basale Region unterhalb des Balkens;

f. Hinterfläche des Gehirns.

(Die Photographie zeigt von diesen die Regionen *a*, *d* und *e*). In jeder Region giebt es eine grosse Anzahl durchaus constanter Faserzüge (neben ganz vereinzelten scheinbar inconstanten), von denen sehr viele bereits in ihrem Verlaufe, Anfang und Ende genau festgestellt sind. Es würde indess eine nähere Beschreibung derselben ohne die Abbildungen ganz unverständlich bleiben und muss ich in dieser Beziehung auf die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit verweisen. Nur über wenige Züge sei hier etwas mitgetheilt.

In der Region *a*, oberhalb des Centralkörpers, sieht man den Querschnitt eines Tractus, der allseitig von Ganglienzellen umgeben ist (*Fb*). Derselbe besteht aus etwa 8—10 groben Nervenfasern, die anscheinend in einer Art stielrunden Scheide eingeschlossen sind. Der Zug geht von der Hinterfläche des Gehirns horizontal nach vorn (weshalb er in jedem frontalen Schnitt wiederzufinden), legt sich an das Vorderhorn

an und tritt endlich an der Vorderfläche des Gehirns als Nerv aus[1]. Dieser bisher unbekannte Nerv biegt dann nach aussen um, immer dem Gehirn anliegend; sein endliches Schicksal ist mir zur Zeit nicht bekannt.

In derselben Region giebt es einen leicht kenntlichen, sehr dicken, schräg abwärts steigenden Faserzug (*Fa*). Verfolgt man ihn oberseits weiter, so sieht man, dass er sich zwischen Vorderhorn und den Bechern nach aussen wendet, wo er der weiteren Wahrnehmung einstweilen entschwindet. In der Nachbarschaft der Centralkörperspitze ist er besonders dick, nimmt erweislich hier aus der Umgebung neue Fasern auf und steigt dann fast senkrecht hinunter in den Lobus olfactorius, wo mir sein weiterer Verlauf ebenfalls zur Zeit noch unklar ist. Er ist aber von ganz besonderer Wichtigkeit, weil er sich auch bei der Ameise und bei Cossus findet und deshalb ein bequemes Orientirungsmittel bildet.

Früher habe ich angegeben, es sei keine Kreuzung der Fasern in Arthropodengehirnen zu entdecken. Ich habe jetzt doch eine im Blattagehirn gefunden, die an feinen Schnitten sogar recht schön zu demonstriren ist. Sie liegt an der Vorderfläche des Gehirns in der Region *c*. Der Ursprung der Fasern ist in Ganglienzellengruppen am Stirntheile des Gehirns unmittelbar unterhalb der vorderen Becherzellen zu suchen. Es entsteht dort jederseits ein dünnes Faserbündel; beide laufen neben der Mittellinie fast senkrecht herab, treten dann ungefähr in halber Höhe des Gehirns über einander weg in die andere Hemisphäre über und gelangen so an die Basis des Gehirns, von wo sie wahrscheinlich in die Schlundcommissuren übergehen.

7) Die Ganglienzellen-Rinde des Gehirns wird für Detailuntersuchungen ebenfalls in mehrere Abtheilungen zerlegt werden müssen. In den verschiedenen Gegenden des Gehirns unterscheiden sich die Zellen durch ihre Grösse sehr scharf. So ist namentlich:

a. die Umgebung des Sulcus longitudinalis durch grosse Zellen ausgezeichnet (*Ga*). Sie reichen hier fast bis auf den Centralkörper und schicken ihre Ausläufer in die umhüllenden Fasern daselbst. Dies Gebiet erstreckt sich von hinten bis nach vorn, wo es sich an

b. die Gruppen der Vorderfläche unterhalb der Becherzellen bis zu den Vorderhörnern anschliesst. Auch hier giebt es vereinzelt sehr grosse und anscheinend symmetrisch liegende Zellen;

---

1) Meines Wissens sind solche vorn am Gehirn austretende Nerven noch bei keinem Insect gesehen; sollten es Nerven für verkümmerte Punctaugen sein? Vgl. Cossus!

c. eine Region, ausserhalb der Vorderhörner und zwischen den beiden Lobi seitwärts hinziehend, bildet einen tiefen Einschnitt zwischen der Fasermasse der eigentlichen Hemisphäre und des Lobus olfactorius und wird vielleicht zum Theil besser zu letzterem gerechnet;

d. die Lagen Ganglienzellen unterhalb der Aussenwand des äusseren Bechers durch die ganze Länge des Gehirns von vorn nach hinten;

e. die Gegend unterhalb der Becherzellen an der Hinterfläche des Gehirns enthält die meisten Zellen und werden hier später verschiedene Unterabtheilungen zu machen sein, welche verschiedenen Einströmungen der Ausläufer in die Fasermasse entsprechen. Die Region wird seitlich begrenzt durch den Lobus opticus;

f. basale Zellen giebt es unter dem Balken nur sehr wenige; nach den Seiten nehmen sie an Zahl zu und gehen hier über in die die Schlundcommissuren bekleidenden Zellen.

8) Der Lobus opticus enthält bekanntlich im Innern die von Leydig[1]) benannten 3 Kerne, deren Erscheinung auf eine eigenthümliche Anordnung der Fasern zurückzuführen ist. Der dritte Kern, welcher sogleich nach der pigmentirten Zone der Sehstäbe beginnt, ist eine flache dünne Schale; der zweite viel länger, beinahe stumpf kegelförmig, die Spitze dem Gehirn zugewendet; der erste schliesst sich an diese Spitze wieder an und geht ohne deutliche Grenze in die Hemisphäre über. Bau und Gestalt des Lobus opticus müssen ausser an Frontalschnitten (die wegen der Rückbiegung der Lobi immer wenig instructiv ausfallen) vorzugsweise an Sagittalschnitten studirt werden. An einem Gehirn, welches ich in 350 Sagittalschnitte (à 7,3 μ Dicke) zerlegte, geht der als Nr. 1 aufgelegte Schnitt irgendwo durch den zweiten Kern des Lobus. Die Schnitte bis ungefähr 20 präsentiren sich als mit dem langen Durchmesser senkrecht gestellte Ovale von beiläufig 400 μ langem und 200 μ kurzem Durchmesser, bestehend aus einer sehr dünnen oberflächlichen Zellenlage von wenigen μ Dicke. Von Nr. 24—36 vermehrt sich die Zellbekleidung sehr stark und es treten hier zahlreiche quergestellte Einstrahlungen von Faserbündeln auf, so dass die Gesammtbreite des Ovals fast 300 μ beträgt. Nach Nr. 36 hören die Einstrahlungen auf, das Oval wird wieder schmäler und kleiner (300 μ und 280 μ). Von 50 an verkleinert sich das Oval noch mehr; vor Allem nehmen die Fasern ab auf Kosten des von vielen Zellenlagen eingenommenen Areals. In Nr. 59 z. B. hat der ganze Lobus 300 und 200 μ Durchmesser; das Oval der Fasern aber nur 200

1) Tafeln d. vgl. Anat. VIII, Fig. 4 *D f*, *g* und *h* und Taf. IX, Fig. 1 *A h*, *i*, *k*.

und 150 μ. Endlich bei Nr. 71—74 kommt man auf die engste Stelle. Die Fasern bilden hier ein Oval von 120 und 100 μ Durchmesser, einen Engpass, durch den die von dem Auge kommenden Fasern in die Hemisphäre gehen müssen. Es scheint dieser Umstand darauf zu deuten, dass die Mehrzahl der Opticus-Fasern zunächst blos zu den Bekleidungszellen im zweiten Kern geht, ohne die Hemisphären zu erreichen [1]). Diese Grenze zwischen zweitem und erstem Kern ist zugleich durch eine kleine Gruppe ausserordentlich kleiner, leicht aufzufindender, an der Vorderfläche gelegener Zellen characterisirt. Von jetzt an nimmt der Lobus wieder an Grösse zu, aber der Schnitt wird nun ein Kreis (in 86 von 300 μ Durchmesser). Die Fasern darin bleiben aber immer an Masse zurück gegen den stets stärker werdenden Zellenbelag (Kreis von 120 μ Durchmesser). Man sieht von da an bis 98, wo oberseits die Hemisphäre beginnt, Zellen von sehr verschiedener Grösse in der Rinde. Die schliesslich in die Hemisphäre eintretende Masse der Fasern bildet ein Oval von 200 und 100 μ Durchmesser, dessen lange Achse aber horizontal liegt. (In der kleinen Photographie liegt der Engpass fast am Rande des Bildes, *w*, da wo die beiden schwarzen Fleckchen erkennbar sind; das obere derselben besteht aus 8 Zellen.)

9) Der Lobus olfactorius, bei Blatta sehr voluminös, besteht aus einer Rinde von Ganglienzellen, welche einen höchst eigenthümlich gebauten Inhalt umschliesst. Es sind nämlich mindestens 100 (wohl 150) rundliche Ballen (in der grossen Photographie sehr gut erkennbar, *ger*), die ich Geruchskörper genannt habe. Dieselben sind bei Formica von Leydig auch gesehen und für grosse Zellen mit schwer sichtbarem Kern gehalten [2]), welcher Auffassung Rabl-Rückhard folgte; den Irrthum hat für die Biene (abgesehen von meiner Mittheilung in Hamburg [3]) gleichzeitig auch) Dietl (l. c. p. 500) berichtigt. Zellen sind diese Geruchskörper sicher nicht [4]), und lässt sich auch auf keinerlei Weise darin ein Kern sichtbar machen. Die Masse erscheint vielmehr bei hohen Vergrösserungen sehr fein netzförmig, auch wenn die Structur durch Einräuchern des ganzen ungeöffneten frischen Kopfes mit Osmiumdampf fixirt worden. Zwischen diesen Geruchskörpern verlaufen nun unzählbare feinste Nervenfasern in den aller-

1) Der Antennen-Nerv hat einen doppelt so grossen Faserquerschnitt als diese Fasermasse aus dem Auge.

2) Tafeln zur vergl. Anat. VIII, Fig. 4 und »Vom Bau etc.« I p. 237.

3) Eine — nicht gedruckte — Mittheilung habe ich bereits in der Sitzung des Kieler physiologischen Vereins vom 30. Juli 1874 gemacht.

4) Der von Leydig in jedem Ballen gezeichnete Kern existirt nicht.

verschiedensten Richtungen, und es scheint, dass dieselben erstere nicht blos umspinnen, sondern auch in sie eindringen. Einzelne sehr grobdrähtige Bündel haben wieder ihre ganz symmetrische constante Lage und können zur Orientirung in diesem Labyrinth bei späteren Forschungen benutzt werden[1]).

10) Eine Art Anhangsgebilde am Gehirn bilden zwei kleine ovale Ganglien an der Hinterfläche desselben, deren jedes durch einen Stiel mit dem Gehirn verknüpft ist, und die dem Oesophagus aufliegen. Merkwürdigerweise enthalten sie nur Zellen, keine Fasern; die Stiele schicken aber in das Gehirn Nervenfasern hinein. Diese beiden Ganglien sind auch anderwärts, z. B. bei der Biene und Ameise, leicht zu sehen; auf ihr Vorkommen bei Blatta hat meines Wissens zuerst Kupffer[2]) aufmerksam gemacht. Nach ihm stehen sie mit den Speicheldrüsen in Verbindung.

Anhangsweise mag zur Beschreibung des Blattagehirns noch notirt werden, dass das Neurilemm sehr zart und mit einer Lage zerstreuter Kerne ausgerüstet ist, sowie dass sich von einem vermeintlichen Bindegewebe im Innern des Gehirns nichts findet. Alle dort vorkommenden Kerne gehören entweder zu Nerven- oder Tracheenzellen, und sehe ich nicht ein, weshalb man, blos dem Schema zu Liebe, eine Bindesubstanz da annehmen muss, wo man sie nicht wahrnimmt. Ueber den äusserst characteristischen Verlauf der Tracheen liesse sich viel mittheilen; zwei der grössten Tracheen treten von hinten in der Höhe der oberen Grenze des Lobus olfactorius in das Gehirn ein und verästeln sich im Innern so symmetrisch, dass man staunen muss über die Regelmässigkeit selbst sehr kleiner Aeste (die Photographie zeigt mehrere solche symmetrische Aestchen im Querschnitt).

Besonderes Interesse würde eine Untersuchung über die Entwicklung der einzelnen Theile dieses Gehirns gewähren. Sie ist der vielen in der Präparation eines kleinen Kopfes begründeten Schwierigkeiten wegen bisher ohne sonderlichen Erfolg geblieben. Doch kann ich so viel mittheilen, dass bei kleinen Thieren von 7—8 Mm. Länge schon alle Stücke vorhanden sind, nur feiner und zarter gebaut, als bei den grossen geschlechtsreifen von 25 Mm.

Die vorstehenden Mittheilungen über Blatta haben als Grundlage

1) Es lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit dieser beschriebenen Structur des Lobus olfactorius mit der bei Wirbelthieren, z. B. der Maus, im Lobus olfactorius vorkommenden Ballen nicht verkennen; die Umhüllung besteht aber dort aus Kernen.

2) Die Speicheldrüsen von Periplaneta orientalis und ihr Nervenapparat. Beiträge z. Anat. u. Physiol. C. Ludwig gewidmet von seinen Schülern. 1875. p. 64 ff.

ein Material von weit über 2000 Mikrotomschnitten. Es versteht sich von selbst, dass hier nur ein kleiner Theil des unendlich Vielen, was über Verlauf der Fasern etc. an denselben zu erkennen ist, wiedergegeben werden kann, und dass zur vollständigen Durcharbeitung desselben und Darstellung der Details nur dieses einen Gehirns ein bedeutender Aufwand von Zeit und Mühe gehören wird.

Hymenoptera.

Ueber das Gehirn der gesellig lebenden Hymenopteren besitzen wir bekanntlich schon verschiedene Untersuchungen. Die gründlichste und noch eigentlich unübertroffen dastehende ist die von Leydig (a. a. O.), während in einigen Puncten Rabl-Rückhard [1]) über Leydig's Ergebnisse bezüglich des Ameisengehirns hinausgekommen ist.

Wenn ich absehe von der Feststellung des gröberen Gehirnbaues, den ich bei dieser Mittheilung in den Vordergrund gestellt habe, so muss ich nach den bisherigen Erfahrungen sagen, dass das Hymenopterengehirn ein sehr ungünstiges Object für feinere Studien ist. Zellen und Fasern sind selbst bei den grössten Formen (Vespa Crabro) immer noch sehr zart; dazu kommt eine ausserordentliche Complicirtheit des Faserverlaufs, so dass man, auch bei Zerlegung eines Gehirns in 80—100 Schnitte, stets über viele Puncte noch im Unklaren bleibt.

1) Ameise. Ich gebe hier einen Durchschnitt durch das Gehirn von Formica rufa, welcher ziemlich genau der Stelle entspricht, an welcher der photographirte Durchschnitt des Schabengehirns liegt (Fig. 2). An demselben erkennt man die homologen Stücke sogleich ohne Schwierigkeit (vgl. die Figuren-Erklärung). Die Zusammensetzung des Ameisengehirns ist eigentlich genau dieselbe, wie die des Blatta-Gehirns, nur bilden sich einzelne Stücke stärker aus, während andere bedeutend zurücktreten. Betrachten wir von diesem Gesichtspunct aus das Formicagehirn etwas genauer.

Ausser einer Reihe mehr oder weniger gelungener Präparate besitze ich von Formica rufa ein Gehirn in 83 Frontalschnitten (à 7,3 μ), die fast absolut genau senkrecht zur Mittellinie verlaufen, und deshalb ein überraschend schönes Bild von der Regelmässigkeit des Baues und der Symmetrie beider Gehirnhälften geben. Der Schnitt Nr. 31 ist der photographirte. Der Centralkörper besteht bei Formica ebenfalls aus 2 über einander liegenden Hälften; im Ganzen ist seine Gestalt hochgewölbt, so dass die obere Hälfte fast wie eine Mondsichel erscheint. Die beiden Balken sind sehr dick und stossen in der Mittel-

1) Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1875. p. 480.

linie in beträchtlicher Strecke gegen einander in einer leeren Balkennaht (in dem erwähnten Gehirn reicht diese Naht von Schnitt 25 bis 52, also 204 μ). An dem äusseren Ende jedes Balkens setzt sich ziemlich unter rechtem Winkel das Vorderhorn an, ein cylindrischer, horizontal verlaufender Stab, der an der Vorderfläche des Gehirns stumpf endigt, ohne wie bei Blatta gebogen emporzusteigen. Das Vorderhorn wurde schon von LEYDIG gesehen[1] und als ein riesiger Kern beschrieben, der die Anfänge der Commissuren darstellen soll[2]. Es zeigt stets eine eigenthümliche Differenzirung, indem man (in optischen wie in wirklichen Querschnitten) durch eine ziemlich schnurgerade, beinahe horizontale Linie eine obere grössere Hälfte abgegrenzt sieht; die untere kleinere Hälfte weist dann noch 1—2 mit der ersteren parallele Theilungen auf. Die Hinteräste sind, wie die Figur ergiebt, kaum gegen den Balken durch ein Knie abgesetzt. An dieser Stelle findet sich aber eine sehr characteristische Durchflechtung verschiedener Faserbündel aus den hinteren und vorderen Theilen der Becher. Ich habe diese Gegend deshalb das Wurzelgeflecht benannt. Wie im Genaueren diese Durchflechtung zu Stande kommt, ist nicht leicht zu ermitteln; es scheint, dass dort die Becherfasern sich theilen in solche, die in das Vorderhorn und in solche, die in den Balken eintreten, so dass demnach jedes dieser Stücke von jedem Theile der Becher Fasern bezieht. Die Becher selbst sind, mit Blatta verglichen, etwas massiger; am auffälligsten ist zunächst die Aufwulstung ihrer Ränder, dann aber auch die (obgleich sehr regelmässige und symmetrische) Verbiegung derselben, die schon den älteren Beobachtern aufgefallen ist. Lobus opticus und Lobus olfactorius zeigen keine erheblichen Unterschiede; bezüglich des letzteren ist nur zu erwähnen, dass er in dem photographirten Schnitt nur im hintersten Theile getroffen ist, während er in Schnitten durch seine Mitte (Nr. 18—24) natürlich viel massiger auftritt. Die umhüllenden Faserzüge sind ein Object, das nur an den gelungensten Präparaten und mit den stärksten Vergrösserungen studirt werden kann; Auseinandersetzungen dieser Details muss ich mir für spätere ausführliche Arbeiten aufbewahren. Nur mag erwähnt werden, dass es gelingt, nach der Lage der uns jetzt bekannten gröberen Theile des Gehirns verschiedene als die Homologa des Blattagehirns nachzuweisen. Auch ist bemerkenswerth, dass ungefähr in der Gegend, die man in den Frontalschnitten mit der Mitte des Vorderhorns zugleich übersieht (also in dem mehrgedachten Exemplar z. B. in den Nrn. 17—21) die Fasern alle circulär um das Vorder-

1) l. c. Taf. VIII, Fig. 4 *E*. 2) l. c. p. 236, 237.

horn verlaufen. Dieser Umstand trägt nicht wenig dazu bei, die LEYDIG'sche Vorstellung von einem riesigen Kern jeder Hemisphäre zu erwecken, zumal da auch das Vorderhorn selbst in dieser Umwickelung ganz frei liegt und bei der geringsten Schrumpfung sich daher allseitig von derselben zurückzieht. Unter den Ganglienzellen des Gehirns unterscheidet man: die kleinen Füll- und Randzellen der Becher, die viel grösseren oberhalb des Centralkörpers parallel dem Sulcus longitudinalis, die Bekleidungszellen der Lobi von verschiedener Grösse etc.

Noch bemerke ich, dass die LEYDIG'sche Darstellung von dem Eintritt der Punctaugen-Nerven in das Gehirn nicht ganz richtig ist. Er sagt nämlich [1]), dass diese Nerven aus den Bechern entspringen. Sie laufen indess nahe dem Sulcus an der Becherwand vorbei in die Tiefe bis anscheinend nahe zum Centralkörper, wo ich sie nicht weiter verfolgen kann.

Andere Species von Ameisen, von denen mir ein grosses seit Jahren angesammeltes Material zur Verfügung steht, namentlich Lasius fuliginosus und niger zeigen wegen zunehmender Kleinheit der Theile Alles undeutlicher. Einige Modificationen treten auch bei ♂ und ♀ hervor (vorstehende Beschreibung ist nach ☿ entworfen), die vorläufig unerörtert bleiben müssen.

2) Pompilus viaticus hat ein Gehirn, welches sich kaum von dem Formica-Gehirn unterscheiden lässt. Allenfalls kann man sagen, dass die 4 Becher relativ kleiner, der Centralkörper grösser ist.

3) Biene und Hummel. Steigen wir einen Schritt höher auf der Stufenleiter der Gehirnausbildung, so finden wir bei der Biene, wie seit LEYDIG's Forschungen bekannt, die Hauptstücke des Ameisengehirns zwar wieder [2]), allein hier sind es wiederum die Becher, welche durch gewaltige Grössenzunahme zunächst unsere Aufmerksamkeit erregen. Ausser einer weiter gehenden Verzerrung des Randes zeigen sie an gewissen Stellen der Innenfläche sehr zahlreiche zapfenartige Fortsätze, welche mit der Einstrahlung der unzähligen Fasern in die Bechermasse zusammenzuhängen scheinen. Eine besonders complicirte Einrichtung hat das Wurzelgeflecht; war es schon bei der Ameise nicht leicht, aus den Schnitten den Bau wieder in der Vorstellung zu combiniren, so ist dies hier noch weit schwerer. Bedeutend entwickelt ist das Vorderhorn: ein horizontaler gerader Cylinder, dessen Querschnitt ein etwas unregelmässiges Oval ist; der lange

1) Vom Bau etc. p. 237, Tafeln etc. VIII, Fig. 4 *H*.

2) Den Zusammenhang des Gerüstes mit den Bechern hat DIETL (l. c. p. 499) erkannt.

Durchmesser von etwa 230 μ steht senkrecht, der kurze, etwa 190 μ, horizontal; oben ist das Oval breiter. (DIETL nennt die Vorderhörner »äussere Stiele«, l. c. p. 495 und Fig. 1, 3, 4 *a St*, die Balken »innere Stiele«, Fig. 1, 5.) Die Balkennaht präsentirt sich anders als bei Formica: die beiden etwas zugespitzten Enden der Balken berühren sich nur auf einer kurzen Strecke. Die Becherränder sind, wie ich gegen DIETL (l. c. p. 497) behaupte, gerade wie bei der Ameise, mit einer dünnen Lage Ganglienzellen bekleidet. LEYDIG irrt sich, wenn er[1]) behauptet, die Tracheenblasen begrenzen die Nervenmasse; es giebt allerdings ein feines Neurilemm, welches auch DIETL[2]) entgangen zu sein scheint.

Bombus lapidarius verhält sich fast genau so. Der Querschnitt des Vorderhorns ist (übrigens nur nach einem einzigen günstigen Präparat beurtheilt) ein Oval, dessen langer Durchmesser, 220 μ, beinahe horizontal (etwas schief von aussen und unten, nach innen und oben) liegt, während der kurze 150 μ beträgt.

4) Vespa. Es ist überraschend zu sehen, dass bei Vespa das Gehirn nicht nach dem Typus des Bienengehirns angelegt ist; nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntniss von der Einrichtung dieser Gehirne halte ich es sogar für recht schwierig, die homologen Theile des Apisgehirns hier wieder zu finden. Bei Vespa vulgaris und Vespa Crabro sind die 4 Becher riesig entwickelt, mit sehr vielen Zapfen an der Innenfläche; die Füllzellen nichts destoweniger sehr klein und in unzählbarer Menge vorhanden. Die Becher kann man als doppelt gerandet bezeichnen. Das Becherpaar jeder Hemisphäre hat einen colossalen Untersatz (mit sehr verwickelter Faserstructur), den ich einstweilen nur als die gewaltig entwickelten Zweige des Hinterastes nebst dem Wurzelgeflecht ansprechen kann. Abwärts verschmächtigt sich dieser Untersatz sehr rasch (neben der Spitze des Centralkörpers hat er nur noch $^1/_4$ seiner früheren Dicke) und spitzt sich sogar kegelförmig zu, ohne in Gestalt eines Balkens die Medianlinie zu erreichen. Dagegen zweigt sich nun von dieser Spitze ein horizontal nach vorn ziehender dünner Faserzug ab, den ich für das Vorderhorn halte. Dieses Vorderhorn besteht aber nicht aus einer Substanz, wie ich sie für Blatta beschrieben, und wie sie bei Formica, Apis etc. wiederkehrt, erinnert auch nicht einmal an die dortige Form, sondern es zeigt sich vielmehr als ein kleiner stielrunder Cylinder, der auf dem Querschnitt aus wenigen grobdrähtigen Fasern zusammenge-

1) Vom Bau des thier. Körpers. I, p. 216.

2) l. c. p. 495.

setzt erscheint und nur durchgängig 70 μ Durchmesser hat. Weiter nach vorn (es ist beispielsweise durch etwa 20 frontale Schnitte à 7,3 μ Dicke zu verfolgen) mischen sich diesen Fasern viele Zellkerne bei und dann verschmilzt das Horn mit der an der Vorderfläche des Gehirns liegenden Ganglienzellenmasse. Der Centralkörper bietet keine Besonderheiten; er ist hochgewölbt wie bei Formica, auch in sagittaler Richtung verhältnissmässig ausgedehnt (16 Frontalschnitte à 7,3 μ zeigen ihn). Lobus olfactorius mit den Geruchskörpern sind nicht von denen der anderen erwähnten Hymenopteren verschieden. Balken und Balkennaht scheinen also bei Vespa völlig zu fehlen.

Da die vorstehenden Mittheilungen über Vespa nicht auf flüchtige Untersuchungen, sondern auf gute beweiskräftige zahlreiche Schnittpräparate sich stützen, so muss ich für Vespa einen eignen Typus des Gehirnbaues statuiren, welcher sich von dem Typus des Bienen- und Ameisengehirns auffallenderweise weiter entfernt als der letztere von dem Blattagehirn. So weit ich bis jetzt übersehen kann, bildet dieser Vespatypus das Endglied einer Entwicklungsreihe, die durch Formica, Apis, Bombus und vielleicht noch andere verbindende Formen geht.

3. Ichneumoniden. Früher behauptete man bekanntlich, nur das Gehirn der gesellig-lebenden Hymenopteren zeige die nun so eingehend beschriebenen Eigenthümlichkeiten; es lag daher sehr nahe, die stachellosen Mitglieder dieser Ordnung hierauf zunächst zu untersuchen. Meine Arbeiten sind hier freilich nur cursorisch gewesen, allein sie ergaben doch so viel, dass bei den Ichneumoniden unzweifelhaft derselbe Bauplan besteht, den wir für Formica kennen gelernt haben.

Von den echten Ichneumoniden habe ich eine hier häufige, wahrscheinlich zu Cryptus gehörige Art eingehender untersucht. Das Gehirn — in 55 Frontalschnitte aufgelöst — zeigt die 4 Becher in sehr eleganter Form, sogar mit Randaufwulstung; ebenso Centralkörper, Balken und Vorderhorn, wie bei Formica, letzteres umwunden von schönen circulären Zügen, die Naht sehr ausgedehnt, durchaus plan und mit einer zarten Linie (wie einem Membranquerschnitt) erfüllt; die Lobi olfactorii mit ungemein zahlreichen Geruchskörpern erfüllt. Eine Eigenthümlichkeit, die auf den ersten Blick etwas verwirren kann, ist, dass die seitlichen Becher viel weiter nach hinten gerückt sind, als das innere Paar; man kann sie deshalb auf einem Schnitt nicht alle 4 zugleich übersehen.

Auch die Ichneumonidae ascitae machen keine Ausnahme. Ich kenne übrigens nur von einer der Gattung Bracon angehörenden

Species das kleine Gehirn, welches durchsichtig gemacht und in toto untersucht, aufs Schönste die 4 Becher erkennen lässt. Hier stehen die beiden äusseren aber beinahe gerade hinter den inneren, so dass man sie ohne Kenntniss der anderen Gehirne ebenso gut als vorderes und hinteres Becherpaar bezeichnen würde.

6) Nehmen wir den Typus, welcher deutliche, obwohl kleiner werdende Becher zu seiner Characteristik zählt, als mit den Ichneumoniden eine Reihe beendigend an, so geht wahrscheinlich eine andere Reihe durch die Blattwespen. Hier hätte ich meiner Arbeit gern eine grössere Vollständigkeit gegeben, kann aber wegen Mangels an Material vorläufig nur über Tenthredo ribis berichten. Dieses Thier hat ganz rudimentäre Becher, nicht anders, als wir im Verlaufe gegenwärtiger Zeilen für Käfer und Schmetterlinge kennen lernen werden. Die beiden deutlichen Balken stossen mit spitzen Enden gegen einander, und lassen eine weite Naht zwischen sich. Centralkörper ist deutlich, das Vorderhorn cylindrisch wie bei Formica. Im Ganzen muss man sagen, dass dies Gehirn dem Formicagehirn bei weitem nicht so nahe steht, als das Blattagehirn.

7) Auch in den Gallwespen habe ich mich versucht. Die Gehirne sind so klein, dass ich keins völlig unverletzt isoliren konnte; ich habe deshalb unausgefärbte Puppenköpfe in toto der Untersuchung unterzogen. Dabei liessen sich — bei Cynips quercus folii — wenigstens die Balken mit deutlicher schmaler Naht, der Centralkörper und der Hinterast erkennen; die Becher scheinen sehr rudimentär zu sein.

Bei den Hymenopteren habe ich auch Manches über die Entwicklung der Gehirntheile ermittelt. Die Bienenlarven [1]) haben in dem Alter, wo sich das Augenpigment zu bilden angefangen hat, in ihrem Gehirn die 4 Becher noch als recht kleine, an ihrer Lage aber leicht kenntliche Zellmassen, in deren Inneren man die Becherwandung schon wahrnimmt. Diese Wand ist aber sehr dünn und ohne Spur einer Randaufwulstung, vielmehr läuft der Rand scharf aus (wie bei Blatta). Man erkennt aufs Beste die strahlenartige Anordnung der zahllosen, in der Richtung der Strahlung verlängerten Zellen, was beim erwachsenen Thier, wo alle Zellen wieder rund sind, beinahe gar nicht mehr zu sehen ist. Hinterast und Balken stehen der definitiven Grösse viel näher, als das noch sehr dünne Vorderhorn (120 μ dick).

Von Ameisenlarven und Puppen habe ich vorzugsweise Lasius niger untersucht. Bei den Puppen erfährt man nicht viel, da alle Theile sich schon der definitiven Gestalt nähern, wenigstens alle vor-

1) Ich verdanke das Material der Güte des Hrn. Professor Hensen in Kiel.

handen sind. Eine Larve dagegen, von der ich den durchsichtig gemachten Kopf aufbewahre, lässt erkennen, dass Balken, Hinterast und Vorderhorn in dem übrigens eine ansehnliche Grösse besitzenden Gehirn ganz dünne Cylinder sind, wobei die Balkenenden noch weit von einander entfernt bleiben; die Naht ist durch Zellen ausgefüllt. Centralkörper sehr flach; die Becher eigentlich mehr flache Mulden oder Schalen mit scharfen Rändern und höchst characteristischer Anordnung der Zellen, die nur durch Zeichnungen zu versinnlichen wäre. Ein noch weit jüngeres Larvenstadium zeigt an Stelle der Becher vier symmetrisch gelegene Kugeln von viel geringerer Grösse (ob Zellen oder was sonst, kann ich bei der angewandten Färbung nicht bestimmt sagen); von den anderen Stücken sehe ich nichts [1]).

Aus Allem geht so viel hervor, dass die Becher verhältnissmässig spät angelegt und ausgebildet werden, und es scheint, dass die Ausläufer aus den Füllzellen die Hinteräste, Balken und Vorderhorn anlegen, diese Theile also wahrscheinlich nicht durch Verschmelzen von dort gelegenen Zellen entstehen, sondern durch Hineinwachsen jener Ausläuferbündel. Den Beweis für diese, sich beim Studium sowohl der Entwicklungsgeschichte als der fertigen Zustände aufdrängende Ansicht wird man an grösseren Gehirnen durch die Schnittmethode suchen müssen; einstweilen ist sie blos eine Meinung.

Orthoptera (mit Ausschluss von Blatta).

Dem bereits durch Dietl für Gryllotalpa und Acheta bekannt Gewordenen kann ich hier nur meine Ergebnisse bezüglich Forficula auricularia beifügen. Bei einer Acridiumspecies habe ich, trotz mehrfacher Versuche keine ganz brauchbaren Präparate erzielt.

Von Forficula besitze ich mehrere Schnittserien, z. Th. in sehr schönen Präparaten. Ein Gehirn in 45 Frontalschnitten ist besonders lehrreich geworden und habe ich einen Schnitt aus dem Mittelraum als Photogramm No. 3 beigegeben. Wir finden hier mit Leichtigkeit alle Theile des Blattagehirns zusammen, worüber ich auf die Figuren-Erklärung verweise. Aber ein sehr wesentlicher Unterschied stellt sich auf den ersten Blick bei den Bechern heraus. Der Hinterast begiebt sich freilich ebenso nach oben und hinten; indess giebt es hier nicht 4, sondern nur 2 Körper, welche als die verschmolzenen Becher angesehen werden müssen. Sie sind nicht mehr becherförmig, son-

1) Das obere Schlundganglion hängt in diesem Stadium nicht mit dem unteren zusammen, was mir wenig für die Hypothese, dass das obere durch Umwachsen des Schlundes von dem unteren aus entstehe, zu sprechen scheint.

dern stellen sich als rundliche Massen dar, von allen Seiten bekleidet mit sehr kleinen Ganglienzellen. (Bei genauem Zusehen findet man aber doch seichte Vertiefungen.) Damit haben wir eine Vereinfachung dieses Gehirntheils, die uns später noch weiter beschäftigen wird. Dietl nennt das Gebilde bei Gryllotalpa »pilzhutförmige Haube«, Fig. 8 *P*, womit es auch hier sehr gut bezeichnet wäre. Schwieriger verständlich ist das Vorderhorn, dessen complicirte Bildung nur begriffen werden könnte, wenn ich die ganze Reihe der durch dasselbe gelegten Schnitte gezeichnet hätte. Um wenigstens die Hauptsachen über den Verlauf desselben mitzutheilen, beschreibe ich von demjenigen Exemplar, welches die gelungensten Schnitte geliefert, Einiges über das Aussehen dieses Gehirntheils. Der Orientirung wegen sei bemerkt, dass Schnitt No. 1 nur das Neurilemm der Vorderfläche streift, während in No. 44 die letzten Spuren der Hinterfläche des Gehirns vorkommen; jeder Schnitt ist 7,3 μ dick. Die Schnitte No. 21—29 gehen durch den Centralkörper; No. 21 ist der photographirte. In diesem ist schon die Verbindung des Hinterastes mit Balken und Vorderhorn nicht mehr getroffen; diese liegt nämlich in den Schnitten 19—22. Gehen wir nun von diesem Puncte nach vorn dem Verlauf des Vorderhorns nach, so sehen wir, dass es, wie auch der Balken, aus einem oberen und einem unteren Theile besteht. In No. 15 erscheint das Gebilde wie ein umgekehrter Hammer, dessen Stiel nach oben gerichtet ist; unterhalb des Hammers, welcher den oberen Theil des Vorderhorns darstellt, liegt ein Blatt, welches sich direct in die untere Balkenhälfte fortsetzt. Dieses untere Blatt des Vorderhorns verschwindet vorn zuerst, nämlich in No. 13; während der obere hammerförmige Theil in No. 12—14 ziemlich genau so aussieht wie bei Blatta, nämlich den Hörnern eines Stierkopfs ähnlich. In No. 9 endigt dieser obere Theil des Vorderhorns blind. Ueber den Balken ist noch zu bemerken, dass die inneren in der Naht gegen einander gekehrten Enden bedeutend angeschwollen sind, und dass die Balkennaht keine Zellen führt. Von den Faserzügen in der umhüllenden Fasermasse lassen sich, wie eine vorläufige Untersuchung ergeben hat, verschiedene als die Homologa der Blatta erkennen; doch würden weitere Anführungen über den gegenwärtigen Zweck hinausgehen.

Wie ich aus Acridium abnehme, sind bei diesen Thieren Zellen und Fasern besonders gross und laden diese Objecte sehr zu weiteren Untersuchungen ein; ich bedauere um so mehr, hier nichts Wesentliches mittheilen zu können.

Lepidoptera.

In meiner ersten Mittheilung konnte ich nur sehr unvollständig über den Bau des Schmetterlingsgehirns berichten. Gegenwärtig liegen mir meistentheils sehr gelungene Schnittserien vor von Cossus ligniperda, Sphinx Ligustri, Vanessa polychloros im Imagozustande, ferner von den Raupen einer Euprepia, Pontia brassicae, einer nicht bestimmten Noctuine und Sphinx Ligustri, endlich von den Puppen von Saturnia Carpini und Sphinx Ligustri. Damit lässt sich nun zuvörderst der Nachweis führen, dass das Gehirn der Schmetterlinge dem der Orthopteren sehr nahe steht, in den wesentlichsten Theilen sogar näher als das der Käfer.

Ich beginne mit einer etwas detaillirteren Beschreibung von Cossus ligniperda (Imago). Das Gehirn wurde in 120 frontale Schnitte zerlegt, von denen ich 3 aus dem Mittelraum photographirt habe. Zur Orientirung sei bemerkt, dass die ersten 20 Schnitte fast blos die Lobi olfactorii und Lobi optici treffen; von Nr. 21 beginnt der Zusammenhang der Hemisphären; Nr. 55—68 gehen durch den Centralkörper; von Nr. 65 an wird auch das untere Schlundganglion getroffen; Nr. 68—89 gehen durch die 4 Becher; mit Nr. 104 hören die Hemisphären auf: der Rest trifft die Schlundcommissuren und das untere Ganglion. Alle Schnitte sind 7,3 μ dick. Die Photogramme geben die Nr. 65, 68 und 79.

Auf den ersten Blick sieht man in den Schnitten 75 bis 85 schöne Becher, deren Homologie mit den Bechern des Schabengehirns gar nicht zu verkennen ist. Allerdings sind sie sehr viel kleiner; aber sie haben hier noch die vollkommene Becherform, ungefähr so wie im jugendlichen Ameisengehirn. Die Wand ist dick, die Höhlung nicht bedeutend, die Zahl der Zellen gering. Eine kleine Verschiebung der beiden äusseren gegen die beiden inneren Becher nach hinten ist auch hier nachweisbar. Es ist nämlich die grösste Tiefe (der Grund) der beiden inneren Becher im Schnitt 76, die grösste Tiefe der äusseren im Schnitt 80 wahrzunehmen. In Schnitt 76 und 77 sieht man zugleich den Ursprung der Hinteräste aus den Bechern. Die beiden Aeste fliessen dann sogleich zusammen und gehen nun als gemeinsamer Hinterast nach vorn. In dem Photogramm des Schnitts 68 erkennt man diesen verschmolzenen Hinterast gerade unterhalb der vordersten Theile der Becher.

Den Schnitt 65 theile ich deshalb mit, weil er sehr elegant das Vorhandensein eines Centralkörpers beweist. Bei genauem Zusehen ist auch die horizontale Theilung desselben nachweisbar. Die

weiteren Details dieser Gegend zu schildern, wäre ohne Beigabe zahlreicher Abbildungen ganz vergebliche Mühe. Jedermann findet aber leicht unterhalb des Centralkörpers auch die beiden Hinterenden des Balkens.

Nach vorn werden diese bedeutend dicker; ebenso schwillt der Hinterast mehr an. Erst im Schnitt 46 erfolgt die Vereinigung beider: das uns von der Schabe her bekannte Knie, von dem aus zugleich nach vorn das Vorderhorn abgeht. Dieses offenbart nun höchst verwickelte Verhältnisse; wahrscheinlich sind es mehrere Aeste, die in den Schnitten 29 und 28 an der Vorderfläche des Gehirns aufhören. Das Vorderhorn dieses Schmetterlings hat keine äussere Aehnlichkeit mit dem der Blatta; aber wir fanden schon bei Forficula einen Anlauf zu einer weiteren Differenzirung dieses Gebildes.

Zum Schluss erwähne ich noch, dass der Lobus olfactorius bei Cossus ungemein stark ausgebildet ist. Die einzelnen Geruchskörper sind sehr gross, bekleiden aber hier vorzugsweise die Peripherie, während das Centrum von einer schwer entwirrbaren Fasermasse erfüllt ist.

Das ganze beim Blattagehirn so sehr in die Augen springende Gerüst (Balken, Vorderhorn, Hinteräste und Becher) tritt also in dem Cossusgehirn stark zurück gegen die grosse Masse der umhüllenden Faserzüge. Diese zeigen aber hier eine so grosse Mannigfaltigkeit und dabei so strenge Symmetrie, dass man nach Ansicht eines einzigen Schnittes kaum noch an die Leydig'sche Punctsubstanz denken wird. In der That ist diese auch hier auf einige wenige Stellen beschränkt, an denen sich mit Sicherheit eine Faserstructur nicht nachweisen lässt, alles Uebrige besteht aus wohlgeordneten Faserzügen.

Der Erhaltungszustand meines Cossusgehirns ist mittlerweile ein so vorzüglicher, dass man an den Photographieen und aus den oben angegebenen Schnittnummern unbedenklich die Distanzen einzelner Bestandtheile abmessen, beziehungsweise berechnen kann, was bei künftigen Untersuchungen, namentlich wenn Jemand das Gehirn in horizontalen oder sagittalen Schnittreihen studiren will, für die Vorstellung der räumlichen Lage nicht ohne Wichtigkeit sein dürfte.

Ueber das Gehirn von Sphinx Ligustri, welches mir in 100 Schnitten vorliegt, sei hier bemerkt, dass es sich im Grundplan dem Cossusgehirn anschliesst. Das Vorderhorn ist ebenso complicirt gebaut; die Hinteräste sind sehr deutlich und in den frontalen Schnitten beiläufig 50 μ breit. Centralkörper und Lobus olfactorius sind wie bei Cossus. Die Becher, schön ausgebildet, präsentiren sich auf den Schnitten fast wie Blumenvasen, aus deren Grunde man zahlreiche Fasern aufsteigen sieht, die zu den Zellen verlaufen. Jeder Becher

enthält auf dem Schnitt 50—60 Zellen, und es scheint, dass eine Differenzirung derselben in Grundzellen und Wandzellen auch hier angedeutet ist.

Ebenso hat Vanessa polychloros Centralkörper, Vorderhorn, Hinteräste und Becher; ich vermag jedoch an den Horizontalschnitten dieses Gehirns nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob es 4 Becher oder nur 2 besitzt. Letzteres ist wahrscheinlicher; in jedem erkennt man aber 2 Bündel, die weiter abwärts nicht mehr getrennt verlaufen. Im Uebrigen sind sowohl die Zellen als die Fasern hier sehr viel feiner, als bei den genannten grossen Nacht- und Dämmerungsfaltern und deshalb wenig zum weiteren Studium zu empfehlen.

Das kleine Gehirn von Cheimatobia brumata, welches ich in 30 nicht sonderlich beweiskräftigen Schnittpräparaten vor mir habe, lässt wenigstens so viel erkennen, dass auch hier ein Centralkörper und ein hoch ausgebildeter Lobus olfactorius vorhanden sind. Die Becher scheinen auf jeder Seite zu einem einzigen verschmolzen zu sein: demnach wieder eine Annäherung an die Orthopteren. Aber die beiden Hinteräste entspringen doch auch hier in gesonderten Abschnitten derselben und vereinigen sich ebenfalls gleich unterhalb des Bechers.

Ein besonderes Interesse gewährt es, das Gehirn der Raupen mit dem des ausgebildeten Insects zu vergleichen. Es erwächst jedoch hierbei sogleich die bedeutende Schwierigkeit, dass in dem ersteren einige Stücke entweder gar nicht ausgebildet sind oder in so winziger Grösse auftreten, dass man sie leicht übersieht. So ist es mir z. B. noch nicht geglückt, Geruchskörper in dem überhaupt winzigen Lobus olfactorius zu finden. Der ganze Lobus opticus des Imagogehirns liegt meiner Ansicht nach im Innern des Raupengehirns. Denn benutze ich die uns nun schon hinreichend bekannten Stücke als Anhaltspuncte, so kann ich zu keinem anderen Resultate kommen.

Die Raupe von Sphinx Ligustri besitzt ein verhältnissmässig recht grosses Gehirn, welches ich in 75 Frontalschnitte à 7,3 μ Dicke zu zerlegen vermochte. (Von Nr. 7 an schliessen sich beide Hemisphären in der Medianlinie, mit Nr. 60 hört diese Verbindung wieder auf.) Etwa in Nr. 16, von vorn an gerechnet, beginnt jederseits der Querschnitt eines Faserzuges mit beiläufig 30 μ Dicke; derselbe zieht durch mehrere Schnitte horizontal nach hinten und documentirt sich durch sein weiteres Verhalten als das hier noch völlig einfache Vorderhorn. In Nr. 28—30 sieht man sodann das bekannte Knie, von dem nach oben und hinten ein noch sehr dünner Hinterast, nach innen ein ebenfalls sehr schmächtiger Balken abgeht. Der Hinterast verläuft zu einem einzigen Becher, den er in 2 Strängen durchsetzt, um oberseits

in 2 Zellencomplexen zu endigen. Nur die Schnitte 31—33 zeigen dies Verhalten. In derselben Gegend bemerkt man nun auch den sehr unentwickelten Centralkörper als eine schmale Querleiste, deren Höhe kaum $^1/_8$ der Länge beträgt. Unterhalb dieses nur in den Schnitten bis 40 wahrnehmbaren Körpers sieht man die Balkenenden mit weit klaffender und durch Zellen ausgefüllter Naht. — Soweit liesse sich in diesem Gehirn schon zurecht finden. Aber nun gewahrt man nach aussen von diesen Stücken eine sehr grosse Anzahl regelmässig angeordneter Zellen, welche in ihrer Gesammtheit zwei concentrische in einander gelegte halbe Hohlkugeln von sehr verschiedenem Radius bilden und meiner Ansicht nach nur als der Lobus opticus des Schmetterlings gedeutet werden können. Eine fernere Schwierigkeit bei dem Verständniss dieses Gehirns bildet eine sehr dicke Lage (von fast $^1/_5$ der ganzen Höhe des Gehirns) schwammiger Zellen, welche ausserhalb der Becher und jener vermeintlicher Lobi optici befindlich und durch einen Hohlraum von ihnen getrennt ist. Ich halte sie für die das Neurilemm des Schmetterlings bildenden Zellen, oder für Zellen, welche während der Histolyse im Puppenzustande abgestossen werden. Das Neurilemm des Raupengehirns umschliesst als dünne Haut das Ganze, zeigt einen nur wenig vertieften Sulcus longitudinalis und besitzt seine eigenen Bildungszellen. Das Neurilemm des Schmetterlings (s. Photogramm 12) ist aber eine sehr dicke mit Tracheen und Vacuolen (?) durchzogene Haut, die stellenweise die Form eines eigenen Gewebes annimmt. Von dem Sulcus geht eine bindegewebeartige Lamelle tief hinunter ins Gehirn, und bewirkt, dass die beiden Hemisphären bezüglich ihrer nervösen Elemente nur auf einer sehr kleinen Stelle durch Commissurenfasern und den Centralkörper verbunden sind. — Die Raupe, der dies Gehirn entnommen ist, befand sich wahrscheinlich nahe vor dem Verpuppen.

Kleinere Raupen sind zur Aufklärung der Entwicklungsgeschichte des Gehirns kaum brauchbar. In dem Gehirn der Raupe von Pontia brassicae vermag ich wohl eine kleine kugelige Masse zu erkennen, welche ihrer Lage nach die Becher vorstellen muss; allein vom Centralkörper und dem Gerüst sehe ich in meinen Präparaten keine Spur. Das Gehirn einer Euprepia-Raupe lässt ausser jener rundlichen Bechermasse wenigstens einen deutlichen Hinterast und ein Vorderhorn erkennen. Endlich sehe ich bei einer — den Noctuinen angehörigen, aber nicht näher bestimmten — Raupe (das Gehirn wurde in 62 leider etwas schief verlaufende Frontalschnitte zerlegt) nicht blos in jeder Hemisphäre einen deutlichen grossen Becher, sondern auch die seine Substanz in zwei gesonderten Zügen durchsetzenden Fasermassen,

welche sich sogleich unterhalb des Bechers zu dem Hinterast vereinigen; ferner einen grossen Balken, einen sehr flachen Centralkörper und endlich ein in 2 Aeste gespaltenes Vorderhorn, dessen beide Enden über einander an der Vorderfläche des Gehirns liegen. Viel weniger treten aber die bei Sphinx Ligustri so stark in die Augen springenden seitlichen halbkugelschaligen Zellmassen, die ich für den Lobus opticus erkläre, hier hervor; vielleicht war die Raupe der Verpuppung nicht so nahe.

Endlich seien hier die vorläufigen Resultate der Untersuchungen von Puppengehirnen erwähnt. Saturnia Carpini habe ich in einem Stadium vor mir, dessen Alter danach beurtheilt werden muss, dass die Raupe sich in der ersten Hälfte August d. J. eingesponnen hat und dass die Puppe, welche sich lebhaft bewegte, am 4. October getödtet wurde. Das Gehirn, in 65 Frontalschnitte auseinandergelegt, zeigt schon alle Theile des Imagogehirns und nahezu in denselben relativen Dimensionen. Der Lobus olfactorius ist sehr gross mit deutlich abgegrenzten Geruchskörpern. Der Lobus opticus, ebenfalls bedeutend vergrössert, ist noch lange nicht zur definitiven Grösse herangewachsen; die Lage seiner Elemente zu den übrigen Theilen des Gehirns zeigt, dass meine Vermuthung, er sei im Raupengehirn vollkommen angelegt, auch hier zutreffen muss. Centralkörper hoch gewölbt, mit vielen Zellen umgeben, von der Form, die wir für Cossus kennen lernten. Vorderhorn complicirt gebaut, mit Hinterast, Balken und den jederseits verschmolzenen Bechern deutlich. Alle Nervenfasern sind ausserordentlich zart, in dem Präparat gleichsam verkleistert, obwohl dessen Erhaltungszustand sonst vortrefflich ist. Am merkwürdigsten ist die schwammige dicke Zellenlage, welche ich vom Sphinxgehirn, als unter dem Neurilemm liegend, erwähnte. Sie ist auch hier von demselben Aussehen; allein das feine Raupenneurilemm ist nur noch stellenweise erhalten; die Zellenlage umgiebt das ganze Imagogehirn und ist durch einen Hohlraum von den Ganglienzellen desselben getrennt, ohne dass aber jetzt ein deutliches Imagoneurilemm vorhanden wäre. Die Ganglienzellen haben vielmehr auf der Aussenseite eine Masse, deren Form für jede Zelle auf dem Schnitt mehr oder weniger halbmondförmig ist und deren Consistenz schleimigweich gewesen zu sein scheint. Diese Substanz färbt sich mit Carmin schwach röthlich und ist vermuthlich das junge Chitin des Neurilemms. Es sieht daher so aus, als ob die äusseren Ganglienzellen dasselbe abschieden, was ich jedoch einstweilen noch bezweifle.

Ein Gehirn der Puppe von Sphinx Ligustri in bedeutend jüngerer Entwicklungsstufe ist, soweit sich trotz einiger Verletzungen noch er-

kennen lässt, nicht wesentlich vom Raupengehirn verschieden; nur sehe ich den Lobus opticus und die schwammige Zellenlage unter dem Neurilemm im ganzen Umfange des Gehirns bedeutend vergrössert; letztere misst in der Dicke fast $^1/_4$ der ganzen Höhe des Gehirns; es bleibt also nur der halbe Raum für die zur Nervensubstanz des Imagogehirns bestimmte Portion übrig.

Coleoptera.

Dytiscus marginalis, bereits von LEYDIG untersucht, bietet in der That ein bequemes Object, um den Bau des Käfergehirns zu erforschen. Ich halte mich daher einstweilen an diese Art, deren Gehirn ich in guten Frontal- und Horizontalschnitten besitze, und lasse es dahin gestellt, ob bei anderen Käfern wesentlich andere Verhältnisse bestehen. Was ich bei Melolontha, Geotrupes stercorarius, mehreren Cantharisarten u. a. gesehen, war wenig einladend zur Anstellung weiterer Untersuchungen; die Fasern und Zellen werden zu klein und ich bezweifle, dass man hier weiter kommt, als bei den grossen Formen. Im groben Bau des Gehirns scheint es aber doch, wie zu erwarten, auch Differenzen zu geben. Dytiscus hat z. Th. recht dicke Nervenfasern und kaum irgendwo, wenn ich Cossus ausnehme, habe ich deutlicher wie hier gesehen, dass die ganze sog. Punctsubstanz des Gehirns aus unzähligen Fasern in wohlgeordneten Zügen besteht.

Was uns hier im Augenblick interessirt, das Wiederauffinden homologer Stücke, gelingt bei Dytiscus vorzüglich. Nehme ich z. B. aus meiner Sammlung ein Dytiscusgehirn in 80 (allerdings nicht ganz genau senkrecht zur Mittellinie geführten) Frontalschnitten à 7,3 μ Dicke, so erblicke ich die 4 Becherzellengruppen in den Schnitten von Nr. 17—50 links und von Nr. 21—54 rechts ohne Schwierigkeit (die Ausdehnung derselben von vorn nach hinten gerechnet beträgt also 248 μ). Wer indess die Modificationen des Bechers durch die Schmetterlinge hindurch nicht verfolgt hat, würde sich vielleicht doch nicht leicht bequemen, in jenen 4 Zellgruppen die Becher wieder zu erkennen (um so mehr als LEYDIG — vom Bau etc. p. 239 — die Meinung ausgesprochen hat, es gäbe hier eine grössere Zahl von Ganglienkugelpacketen, auch anderswo (p. 87) die Beziehungen der Tracheen zu diesen Packeten hervorhebt. Ich bestreite nicht das Vorhandensein der Tracheen, meine aber, dass sie etwas ganz Secundäres sind). Zum besseren Verständniss habe ich den Schnitt 42 dieses Gehirns photographirt. Wenn ich hier noch besonders betone, dass, weil der Schnitt etwas schief läuft, beide Gehirnhälften nicht ganz symmetrisch erscheinen können (die rechte Hälfte liegt weiter nach hinten im Gehirn als die

linke), so kann ich im Uebrigen auf die Figurenerklärung Bezug nehmen. Das, was wir früher als Becherwandung, als die eigentliche Bechersubstanz kennen gelernt haben, ist hier nicht einmal mehr im rudimentären Zustande vorhanden. Jede Zellgruppe schickt vielmehr, im Niveau der umhüllenden Fasersubstanz, ihre zahlreichen Ausläufer direct hinunter in die beiden Zweige des Hinterastes. Die Ausläufer sammeln sich auch hier wie bei Blatta, zunächst zu kleinen Bündelchen. Ungefähr 300 Zellen setzen je eine Gruppe in jedem Medianschnitt zusammen; es wird also jede der 4 Gruppen doch beiläufig aus 6000 Zellen zusammengesetzt sein. Schliesslich entsteht aus den vielen Fasern ein recht ansehnlicher Hinterast, der in Frontalschnitten 70 μ breit ist. Derselbe, anfangs senkrecht herabgehend, krümmt sich bald ohne scharfes Knie in die horizontale Richtung um, und wird dann zum Balken, wobei in der Mitte der Krümmung das Vorderhorn, ebenfalls horizontal, nach vorn abgeht. In den Schnitten von beiläufig Nr. 34 an rückwärts verfolgt man das Vorderhorn sehr leicht bis vorn in Nr. 4 links und Nr. 8 rechts, wo es unter dem Neurilemm endigt, und zwar beide Vorderhörner in gleicher Höhe und Distanz von einander, die sie beim Anfange hatten. Auf dem ganzen langen Wege ist sein Querschnitt ein Oval mit liegendem langen Durchmesser (100 μ) und senkrechter kurzer Achse (64 μ). Es ist deutlich concentrisch geschichtet, auch vorn von circulären Faserzügen umgeben wie bei der Ameise. Den Balken verfolgt man rückwärts bis zuletzt in Nr. 54; er ist ebenfalls leicht kenntlich an seiner Dicke (80 μ). Die Balkennaht ist vorn sehr weit und mit vielen kleinen Zellen und Fasern erfüllt, hinten wird sie enger, und von Schnitt 50 an stossen die Balkenenden zusammen, sind aber immer noch durch eine dünne Faserlage getrennt. Die Schnitte 55—67 zeigen im Mittelraum ein sehr ausgedehntes künstliches Commissurensystem. Vom Lobus olfactorius ist nur zu bemerken, dass er sehr klein ist, nichtsdestoweniger aber zahlreiche Geruchskörper enthält, deren Dimensionen ebenfalls gegen die der anderen Käfer (Geotrupes) bedeutend zurücktreten. — Der Lobus opticus ist durch LEYDIG's Untersuchungen bereits recht genau bekannt. Ueber den Centralkörper habe ich mich schon in meinem Hamburger Vortrage etwas eingehender ausgesprochen.

Hiernach ist alles Gesuchte gefunden. Wenn man übrigens LEYDIG's Abbildung [1]) vergleicht, so findet man, dass er Manches ebenfalls gesehen hat. So sind die Packete kleiner Zellen (rechts vom Buchstaben *b′*) nichts Anderes als die Becherzellen; *d* der centrale Knoten

1) a. a. O. Taf. IX, Fig. 1.

ist mein Centralkörper; vielleicht ist *c* das innere Balkenende. Die Kugeln *b* auf der linken Seite der Figur sind offenbar willkürlich gezeichnet; in der Natur existiren sie nicht.

Meine Untersuchungen über Melolontha vulgaris bedürfen der Wiederholung. Es scheint, dass die 4 Becherzellengruppen im Vergleich zu Dytiscus ganz bedeutend vergrössert sind; Becherwandungen liessen sich nicht erkennen. Dementsprechend sind die beiden Zweige des Hinterastes, wie dieser selbst, sehr massig, während der Balken schmächtiger ist als bei Dytiscus. Das Vorderhorn als cylindrischer Stab schien sich ebenso zu verhalten, wie ich für Dytiscus angegeben.

Allen untersuchten Käfern kommt ein Centralkörper zu.

Neuroptera.

Als Repräsentanten derselben habe ich Aeschna grandis, Aeschna mixta und Libellula depressa untersucht. Wesentliche Unterschiede giebt es in diesen 3 Gehirnen nicht. Auf Aeschna mixta, von dem mir die besten Präparate, eine Reihe von 60 Frontalschnitten à 10,95 μ Dicke, vorliegen, will ich hier etwas näher eingehen, indem ich auf die beigefügte Photographie, Schnitt 14 dieser Reihe, Bezug nehme.

Der Centralkörper, eine grosse hochgewölbte, beiderseits zugespitzte, wie anderswo in zwei Hälften getheilte Masse hat neben sich gerade die Stelle, wo der aus dem Hintertheil des Gehirns kommende sehr dünne Hinterast sich gabelt. Verfolgt man die beiden aus dieser Gabelung hervorgehenden Stücke weiter, so sieht man, dass sie beide nach vorn gehen unter bedeutender Volumzunahme; der eine nach oben und auswärts, der andere nach unten und innen. Da sich nun unterhalb des Centralkörpers sonst kein dem Balken vergleichbares Gebilde findet, so muss der absteigende Ast wohl der Balken, der aufsteigende das Vorderhorn sein. Das Nichtzusammentreffen mit dem Centralkörper hat vielleicht mehr den Grund, dass alle Bestandtheile des Gerüstes in Beziehung zum Oesophagus schiefer gelagert sind; man muss demnach nicht senkrecht zum letzteren, sondern beinahe parallel mit ihm schneiden, um den Zusammenhang des Gerüstes ähnlich wie bei Blatta überblicken zu können. Dass diese Meinung die richtige ist, geht auch daraus hervor, dass ich den Hinterast (in den Schnitten 15—27) als Querschnitt getroffen habe [1]. Diese neue Schnittrichtung habe ich inzwischen noch nicht probirt und kann daher nur mittheilen, dass auf den vorliegenden (eher den Horizontalschnitten

1) Der Leser wird leicht herausfinden, dass das Gesagte eigentlich auch von Cossus gilt.

von Blatta parallel zu stellenden) Schnitten der Balken ein breit angeschwollenes Ende besitzt und dass die weite Balkennaht mit Zellen angefüllt ist, während das Vorderhorn einfach bleibt, aber Spuren innerer Differenzirung aufweist (Balken und Vorderhorn endigen vorn in Schnitt 6). Der Hinterast geht zu einer einzigen Gruppe sehr characteristischer Zellen an der Hinterfläche des Gehirns. Wie er selbst durchaus einfach erscheint, so hat auch die Zellgruppe keine Spur von einer Gliederung in zwei Theile, die wir bei Dytiscus noch so deutlich sehen. Die Zellen, in denen natürlich die Becherzellen sofort erkannt werden, sind bedeutend kleiner als die Ganglienzellen der Umgebung, vielleicht nur mit $^1/_{10}$ ihres Volumens; sie schicken ihre feinen Ausläufer alle in den Hinterast, ohne dass auch nur eine Andeutung von einem Becher vorhanden wäre. (Diese Verhältnisse sind an den Schnitten 24—30 zu finden.) Der Lobus opticus zeigt eine so riesenhafte Entwicklung, dass er diese Becherzellen überlagert. Einen Lobus olfactorius mit Geruchskörpern suche ich bis jetzt am Neuropterengehirn vergeblich.

Diptera.

Das Gehirn von Tabanus bovinus ist nach dem Typus des Aeschnagehirns gebaut und muss ebenfalls bei Frontalschnitten die Schnittebene gegen den Oesophagus sehr schief gelegt werden, wenn der Bau verständlich werden soll. Ich verfüge nun zwar nicht über untadelhafte Präparate dieser Bremse; indess lässt meine Serie von 40 Frontalschnitten doch den Zusammenhang ziemlich deutlich überblicken. Der Astwinkel, in dem sich Vorderhorn, Hinterast und Balken scheiden, liegt weiter vorn im Gehirn als der grosse, und, wie oft beschrieben, structurirte Centralkörper. Ein recht kräftiges cylindrisches Vorderhorn zieht nach oben, ist aber nicht weit zu verfolgen. Sein Ende an der Vorderfläche ist mir noch ebenso zweifelhaft, als der weitere Verlauf der Balken, die vielleicht in zwei bei den meisten Fliegen leicht kenntliche, senkrecht unter dem Centralkörper belegene cylindrische Stückchen auslaufen. Der Hinterast dagegen ist leicht bis zu der Gruppe kleiner Zellen an der Hinterfläche des Gehirns zu verfolgen, die hier zu Hunderten liegen und ihre Ausläufer in diesen Hinterast senden, weshalb sie als Becherzellen zu betrachten sind. Es scheint sogar, als wenn es bei diesem Tabanus ein eigentliches Becherrudiment giebt, was wir bei Aeschna bereits vermissten. Die Erkennung der Becherzellengruppe wird übrigens im Vergleich zu Dytiscus und Aeschna dadurch sehr erschwert, dass die Zellen wenig kleiner als die Nachbarganglienzellen sind. Dies Gehirn verspricht bei weiterer eingehender Untersuchnng viel mehr Wesentliches zu ergeben.

Bei weitem ungünstigere Objecte sind schon Musca vomitoria und Stomoxys calcitrans; doch erkenne ich — ausser dem stets sehr schön nachweisbaren Centralkörper — immer den Astwinkel und das Vorderhorn deutlich, während die Becherzellen nicht mehr von den umliegenden Gruppen zu trennen waren.

Psila fimetaria, von der ich eine Reihe von 46 schönen Frontalschnitten besitze, hat einen Centralkörper, dessen untere Hälfte bedeutend kleiner ist. Ich füge zur Erläuterung eine Photographie des Schnitts 21 dieser Reihe bei, die dies Verhältniss demonstrirt. Im Uebrigen ist dies Object für eingehendere Studien zu fein.

Für alle untersuchten Dipteren gilt, dass der Lobus olfactorius stark ausgebildet ist und zahlreiche grosse Geruchskörper enthält, die eine besondere Anordnung wie bei den Schmetterlingen, nicht wahrnehmen lassen.

Hemiptera.

So weit ich nach der einzigen untersuchten Art Syromastes marginatus mir ein Urtheil zu bilden vermag, ist das Gehirn der Hemiptera nach einem andern Typus angelegt, als das der bisher behandelten Insectenordnungen.

Aus einer Schnittreihe von 78 Nummern, die nicht ganz senkrecht zur Mittellinie laufen, lasse ich die Nr. 34 in Photogramm mitfolgen, die wenigstens so viel zeigt, dass es einen grossen schön ausgebildeten Centralkörper giebt. Von dem Gerüst sehe ich nichts, was mit Bestimmtheit auf die uns bekannten Theile zurückzuführen wäre und bedarf der Gegenstand weiterer Untersuchung an grösseren Thieren. An der Hinterfläche des Syromastesgehirns liegt in jeder Hemisphäre ein grosser nierenförmiger Körper, von dem aus ein Faserbündel schräg abwärts bis in die Nähe der Centralkörperspitze läuft. Ob dieser Körper das Homologon der Becher ist, etwa der verschmolzenen Bechersubstanz von Forficula ähnlich? Dann fehlt aber die Ansammlung von Zellen ganz und gar. Der Lobus olfactorius besteht hier ebenso wie bei den Dipteren.

Es ist verfrüht, aus dieser Schilderung des Baues einer Anzahl Insectengehirne allgemeine Folgerungen zu ziehen. Nur auf drei Puncte möchte ich am Schlusse aufmerksam machen. Einmal auf das constante Vorkommen des merkwürdigen Centralkörpers bei dem vollkommen ausgebildeten Thier in allen Ordnungen, während er bei der Schmetterlingsraupe beinahe fehlt (aber nicht bei der Hymenopterenlarve!).

Man könnte daran denken, dass er mit der Ausbildung der Facettenaugen zu thun habe; irgendwelcher Zusammenhang mit den aus dem Lobus opticus kommenden Faserzügen hat sich aber nirgends nachweisen lassen. — Zweitens ist die Grösse des Lobus olfactorius mit seinen Geruchskörpern bei Insecten mit kleinen, zum Tasten völlig untauglichen Fühlern, aber nachweisbar scharf ausgebildetem Geruchssinn meiner Meinung nach ein vollgültiger Beweis für die Richtigkeit der Leydig'schen Ansicht, dass die Antennen Geruchswerkzeuge sind, was auch immer von anderer Seite dagegen vorgebracht worden sein mag. Denn für einen Schall percipirenden Apparat wird man sie wohl jetzt schwerlich mehr erklären, seitdem man die feinere Structur des Gehörapparats bei den Orthopteren kennt und weiss, dass dazu keine so gebauten Gehirncentren gehören, wie die Lobi olfactorii. — Drittens endlich möchte ich wiederholt auf die sonderbare, so wenig verständliche Thatsache hinweisen, dass bei Insecten, wo die Becher und das Gerüst gerade den Haupttheil des Gehirns ausmachen, gar kein Zusammenhang der Fasern mit den übrigen Theilen des Gehirns und folgeweise auch mit den Schlundcommissuren aufzufinden ist, was der Meinung, es würden die Ganglienzellen alle direct durch eine Faserleitung mit den Organen des Körpers in Verbindung gesetzt, einstweilen leider widerspricht. Wo sind aber hier die Zwischenstationen?

Im Uebrigen glaube ich mit dieser Mittheilung die Umrisse einer künftigen Gehirn-Topographie für die Insecten angedeutet und jedenfalls den Nachweis geführt zu haben, dass die einzelnen Gehirn-Bestandtheile in den verschiedenen Insectenordnungen ihre Homologa besitzen, demnach ein Grundplan in der Organisation gar nicht zu verkennen ist, und dass sich eine vergleichende Anatomie für diese Gehirne ebenso gut geben lassen wird wie für die Wirbelthiere, vornehmlich durch Stieda's Untersuchungen, bereits vorliegt. Die bisherigen Ergebnisse berechtigen etwa zur Aufstellung folgender synoptischen Zusammenfassung:

- Die 4 Becher sind vollkommen ausgebildet (Wandung, Höhlung und Zellen).
  - Vorderhorn und Balken verkümmert; Becher in höchster Ausbildung und riesiger Grösse . . . Typus von Vespa,
  - Vorderhorn, ein cylindrischer dicker Stab, der
    - horizontal nach vorn geht; Becher sehr gross, mit Randwulst.
      - Balken nur spitz aneinanderstossend . . . . » » Apis,
      - Balken mit breiter Fläche in enger Naht aneinanderstossend . . . . » » Formica (Pompilus, Ichneumonidae),
    - vorn umbiegt und nach oben geht; Becher ohne Randauszeichnung, Balken mit breiter Fläche aneinanderstossend, in enger Naht . . . . Blatta,
  - Vorderhorn, ein sehr complicirtes Gebilde, verästelt; Becher sehr klein, aber deutlich, Balkennaht sehr weit . . . . Typus von Cossus (Sphinx, Vanessa),
- Die 4 Becher sind unvollkommen, indem . . . . .
  - Wand und Zellen bedeutend schwinden, so dass das Ganze kaum noch als Becher erkannt wird; Balken und Vorderhorn nach dem Apistypus . . . . Tenthredo, Cynips,
  - je 2 zu einem verschmelzen, doch die Wandsubstanz noch erkennbar bleibt
    - Wandsubstanz reducirt auf zwei kleine Höcker, Vorderhorn complicirt, Balkennaht weit . . . . manche kleine Schmetterlinge,
    - Wandsubstanz eine breite Platte, Vorderhorn complicirt gebaut; Balkennaht wie bei Formica . . . . Typus von Forficula (Acridium u. a.),
  - die Wandsubstanz gänzlich schwindet und nur die Becherzellen bleiben
    - Becherzellen in 4 ausgezeichneten Gruppen an der hinteren und oberen Gehirnfläche; Vorderhorn einfach cylindrisch Typus von Dytiscus,
    - Becherzellen (bei deutlichem und einfachem Vorderhorn) in jeder Hemisphäre nur in einer Gruppe, und zwar
      - characterisirt durch ihre Kleinheit gegenüber ihren Nachbarzellen . . . . » » Aeschna,
      - kaum verschieden von den Nachbarzellen . . . . . » » Tabanus (vielleicht auch andere grössere Fliegen),
- Die 4 Becher sind auch nicht mehr als Rudimente nachweisbar . . . . Hemiptera (vielleicht auch kleine Fliegen).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII u. XXIV.

Sämmtliche Photogramme sind nach meinen Mikrotomschnitten von mir angefertigt und ist bei denselben keinerlei Retouche angewandt. Dagegen sind die hauptsächlichsten Fehler in nachstehender Erklärung angezeigt worden. Wer mit dem Gegenstande und dem Photographiren etwas vertraut ist, wird für diese Mängel ein entschuldigendes Wort finden.

Gleichmässige Bezeichnung bei allen Figuren:

Ba äusserer Becher,	*La* Lobus olfactorius,
Bi innerer Becher,	*Lo* Lobus opticus,
Ck Centralkörper,	*tr* Tracheen,
B Balken,	*bi* Bindegewebe.
H Hinterast,	

Fig. 1 und 11. Frontalschnitt No. 54 des Gehirns von Blatta (Periplaneta) orientalis, aus einer Serie von 130 Schnitten (s. Text).

Fig. 1 ist 31,9 mal, Fig. 11 76,3 mal vergrössert.

Fig. 1. Ganzes Gehirn, auch die Lobi optici bis zur engsten Stelle des Faserbündels.

a die Region *a* der umhüllenden Fasern.
d » » *d* » » »
e » » *e* » » »
at der Ursprung des Antennen-Nerven.
oe Oesophagus, Lumen des Rohrs.
C die Region *c* der Ganglienzellenrinde.
D » » *d* derselben.
F » » *f* derselben.
w Gruppe kleiner Zellen ungefähr in der Gegend, wo der erste und zweite Kern des Lobus opticus zusammenstossen.

Fig. 11. *Lo* Beginn des Lobus opticus.
Sc Sulcus longitudinalis.
ei Einströmungen der feinsten Fasern in die Becherwand am Becherrande und zwar *ei'* an der Aussenwand, *ei''* an der Innenwand des Bechers.
gr Grundzellen des einen inneren Bechers, welcher genau in dem spitzen Grunde getroffen ist.
t Grenze der Zellencomplexe, welche zur rechten und zur linken Becherwand gehören (nur in dem einen Becher sichtbar).
ar Stelle, wo die areoläre Structur der Becherwand erkennbar ist.
fa Fasern, welche die Innenfläche dieser areolären Substanz bekleiden, herrührend aus den bei *ei* zusammengetretenen kleinsten Faserströmen.
Bz die (nach vielen Tausenden zählenden) kleinen Zellen, welche den Inhalt der Becher ausmachen.
Hh beinahe quergeschnittener Zweig des Hinterastes, der aus dem äusseren Becher linker Seite kommt.

Fa Faserzug, welcher sich (in anderen Schnitten) bis zum Lobus olfactorius verfolgen lässt.

Fb Faserzug, welcher hier quer geschnitten ist, horizontal vom hinteren Theile des Gehirns nach der Vorderfläche verläuft, und dort austritt, um einen kleinen Nerven zu bilden. Umgeben ist derselbe an den meisten Stellen von

Ga grossen Ganglienzellen.

u Grenzlinie der oberen und unteren Hälfte des Centralkörpers.

ger die einzelnen Geruchskörper im Lobus olfactorius.

Gb die grossen Ganglienzellen desselben.

Bb Balkennaht.

w Stelle, von wo das Vorderhorn nach vorn und oben abgeht (Astwinkel).

S seitliche Grenze des Gehirns zwischen den beiden Lobi.

n Neurilemm.

tr Tracheen im Gehirn.

Ausserhalb des Gehirns:

bi Bindegewebe aus der Umgebung des Gehirns, welches beim Präpariren nicht völlig entfernt worden (in der Umgebung des Oesophagus treten die Kerne stark hervor).

mu Muskeln des Oesophagus.

nr quergeschnittener nervus recurrens.

oe Oesophagus, Chitintheile.

Fehler:

fr Fremdkörper (ein beim Auflegen des Schnitts auf das Präparat geflogenes »Sonnenstäubchen«).

st ein Staubtheilchen, welches während der Exposition sich auf der Oberfläche des Deckglases ablagerte.

(In Fig. 11 ist, weil direct nach dem Negativ gedruckt, rechts mit links vertauscht).

Fig. 2. Frontalschnitt No. 31 des Gehirns von Formica rufa aus einer Serie von 83 Schnitten. Der Schnitt No. 69 trifft die letzten Spuren der Hinterflächen der Hemisphären, die übrigen gehen durch die beiden hinteren Ganglien (cfr. Blatta 10) und das Unterschlundganglion. Vergr. 60,6.

Das Neurilemm liegt in Folge einer übrigens sehr unbedeutenden Schrumpfung der Gehirnsubstanz nicht dem Inhalt eng an; der Oesophagus nebst nervus recurrens ist bei dem Präpariren herausgezogen; im Uebrigen ist Alles in durchaus normaler Verfassung.

wg Wurzelgeflecht.

wu Wulstrand der Becher, z. Th. mit Andeutungen einer Einkerbung (als Uebergang zum doppelten Rand bei Vespa).

k zweiter Kern des Lobus opticus (der erste kommt in späteren Schnitten zu Gesicht, vom dritten sieht man links noch ein Stück).

La der Lobus olfactorius, nur in seinem hintersten Theile getroffen, wo er keine Geruchskörper mehr führt; in Schnitten, die durch seine Mitte gehen, ist er bedeutend grösser.

Fa die umhüllenden Faserzüge.

pu Nervenbündel aus den Punctaugen.

Fü Füllzellen
Ra Randzellen } der Becher.
Az Aussenzellen

Fehler:

Ein schräger Schatten, der rechterseits vom Wurzelgeflecht nach aussen und unten läuft, rührt her von einer durch Unebenheit der Messerschneide verursachten Verdickung des Schnitts.

Fig. 3. Frontalschnitt No. 27 des Gehirns von Forficula auricularia aus einer Serie von 45 Schnitten. Vergr. 60,6.

Gf Ganglion frontale.

ng der eine der seitwärts von demselben abgehenden Nerven.

r eine Rissstelle im Hinterast (die Schnitte waren wegen grosser Härte des Paraffins etwas brüchig).

(Dies Photogramm widerlegt zugleich Leydig's Behauptung — Vom Bau etc. p. 212 —, dass bei Forficula das Neurilemm ein echter Fettkörper sei; das dünne Neurilemm ist hier sehr schön zu erkennen.)

Fig. 4. Frontalschnitt No. 42 des Gehirns von Dytiscus marginalis aus einer Serie von 80 Schnitten. Vergr. 31,9.

Dass das Neurilemm und das Bindegewebe sich von der Nervenmasse oben bedeutend abgehoben haben, rührt nicht von Schrumpfung der letzteren, sondern von einer in Folge plötzlicher Temperaturerhöhung stattgehabten leichten Bewegung im fertigen Präparat her.

l Lücken, woraus Zellen weggespült sind.

n Neurilemm.

Ga die grossen Ganglienzellen, medianwärts von den Bechern, welche den Zellen *Ga* bei Blatta entsprechen.

Ba und *Bi* die Zellgruppen der beiden Becherpaare; man sieht die Zellen als Pünctchen.

H der Hinterast nur in der rechten Gehirnhälfte getroffen, wogegen

B das innere Balkenende nur links deutlich ist.

Fig. 5, 6, 7 und 12. Frontalschnitte des Gehirns von Cossus ligniperda aus einer Serie von 120 Schnitten und zwar:

Fig. 5 = Schnitt 65
» 6 = » 68
» 7 u. 12 = Schnitt 79.

Vergr. für Fig. 5, 6, 7 = 31,9
» » » 12 = 76,3.

Diese Schnittpräparate gehören zu den allergelungensten. Das Gehirn zeigt keine Spur von Schrumpfung; das sehr dicke Neurilemm würde dem Inhalt sonst nicht fest anliegen.

Fig. 5. *H* der Hinterast rechter Seite zeigt eine Theilung in 2 Bündel.

B die beiden Enden der Balken unter dem Centralkörper.

Fa das Homologon des grossen Faserzuges, welcher bei Blatta mit *Fa* bezeichnet worden.

p austretender Nerv, wahrscheinlich für die Punctaugen (aber hat Cossus Punctaugen? Bei Heinemann steht das Gegentheil).

I, II, III die 3 Leydig'schen Kerne des Lobus opticus linker Seite.

Fig. 6. *p'* derselbe Nerv wie in Fig. 5; *p''* auf der linken Seite das Bündel Fasern aus demselben im Gehirn.

Ck der Centralkörper wird nur in seinem hintersten Theile getroffen.
oe das sehr dünne Oesophagusrohr.
H neben dem Hinterast linker Seite sieht man 2 Puncte; dieselben sind nicht etwa Querschnitte von ähnlichen Faserzügen, sondern Fehler des Negativs.
I erster Kern des Lobus opticus rechter Seite; die aus demselben nach dem zweiten Kern ausstrahlenden Fasern sind sehr deutlich.

Fig. 7. *Lo* der Lobus opticus zeigt rechts die mondsichelförmige Gestalt des einen Kerns, an den sich ein anderer unten anschliesst; nach der linken Seite möchte ich den mit *II* bezeichneten für eine Art Fortsetzung des zweiten halten.

Im Uebrigen siehe Fig. 12.
nf Negativfehler.

Fig. 12. *Ba* der äussere Becher ist beinahe in seiner ganzen Höhlung getroffen, dagegen
Bi der innere nicht.
Lo der Lopus opticus zeigt eine eigenthümliche Anordnung der Kerne, wobei der mit *I* bezeichnete als ein Stück des ersten anzusehen ist; diese sonderbare Stellung im hinteren Theile ist schon an Raupengehirnen zu bemerken.
Ga die grossen Ganglienzellen, welche den bei Blatta mit *Ga* bezeichneten homolog sind.
Bz Grenzlinie der Becherzellen gegen die vorigen.
Gb grosse Ganglienzellen, welche wohl mit *D* bei Blatta (Fig. 1) homolog sind.
Ge sehr kleine Ganglienzellen des Lobus opticus.
Gd grosse Ganglienzellen von der Vorderfläche des unteren Schlundganglions.
oe Oesophagus, zunächst umgeben von mehreren plattgedrückten quergeschnittenen Tracheen.
tr Tracheensäcke ausserhalb des Gehirns.
n Neurilemm und zwar:
n' eine Art Ausläufer desselben, welcher grosse Tracheen unter sich birgt.
n'' besonders dicke Stelle durch viele kleine Tracheen oder Lacunen ausgezeichnet.
n''' obere Grenze des Neurilemms zwischen Lobus opticus und der Fasersubstanz des Gehirns; der dreieckige Raum, auch in den vorigen Figuren deutlich, zeigt die zahlreichen Lacunen und Tracheen. (Siehe Text: über Raupen- und Puppen-Neurilemm.)
ntr Tracheen, welche innerhalb des Neurilemms laufen; in manchen sieht man (mit der Loupe) auf dem Photogramm deutlich die Querschnitte der inneren Verdickungsfasern als kleine vorspringende Puncte.
nk wahrscheinlich Neurilemmkerne, wenigstens gehören diese Kerne nicht zu den Bechern; man sieht dort jedoch auch horizontale Fasern.

Fehler:

st ein auf dem Präparat befindliches »Sonnenstäubchen« (Baumwollenfäserchen); darunter ein Pünctchen.

Links daneben ein schräger abwärts ziehender breiter Streifen, durch schlechte Beschaffenheit der Messerschneide entstanden; ähnlicher Streifen durch den Lobus opticus linker Seite, wo die gewaltsam zerrissene Substanz sogar den Eindruck grober Faserung macht.

Fig. 8. Frontalschnitt No. 14 des Gehirns von Aeschna mixta aus einer Serie von 60 Schnitten. Vergr. 31,9.

Das Gehirn ist mit Carmin behandelt und giebt keine untadelhafte Photographieen. Ausserdem ist Berlinerblau dabei verwandt, von dem bei *bl* eine Quantität liegen geblieben ist.

v das Vorderhorn und der Balken, gerade in dem Astwinkel, wo sie sich von
H dem Hinterast trennen (s. Text).
se Sehstäbe.
z Bekleidungszellen des rechten Lobus opticus, dessen Verbindung mit der Hemisphäre noch nicht getroffen wurde, während der Schnitt links schon durch die Verbindung geht.
com Schlundcommissuren.
g Grenze des Gehirns gegen das Bindegewebe *bi*.
Ga grosse Ganglienzellen an der Dorsalseite.
Gf Theil des Ganglion frontale.
r Riss des Schnitts bis fast zur Mitte.

Fig. 9. Frontalschnitt No. 21 des Gehirns von Psila fimetaria aus einer Serie von 46 Schnitten. Vergr. 60,6.

pu 2 Punctaugenbulbi zum Theil getroffen.
tr die grosse Tracheenblase beim Gehirn.
oe Oesophagus.
at Stücke des Antennennerven.
bi Bindegewebszellen mit Kernen.

Fig. 10. Frontalschnitt No. 34 des Gehirns von Syromastes marginatus aus einer Serie von 78 Schnitten. (Davon treffen aber die ersten 20 Nummern lediglich die nach vorn sehr ausgedehnten Lobi optici, und von No. 58 an wird nur das untere Schlundganglion getroffen.) Vergr. 60,6.

Das Gehirn ist durch Osmium stark geschwärzt, weshalb das Photogramm sehr unklar ausfällt. Für die mikroskopische Untersuchung kann man sich dagegen den Erhaltungszustand kaum besser wünschen. Die Zahl der durch einander laufenden Faserzüge ist erstaunlich.

tr die sehr regelmässig gelagerten Tracheen.
Gc Ganglienzellen der kurzen Schlundcommissuren, welche sich einige Schnitte weiter zum unteren Schlundganglion schliessen.
oe Oesophagus.
Ba Masse, welche anscheinend den vereinigten Bechern homolog ist; auf der linken Seite tritt diese Masse erst in Schnitt 38 auf. Rechts bleibt sie bis 46, links bis 50 (Schnittdicke 7,3 μ); nach hinten wird sie mehr nierenförmig.

Bramstedt bei Kiel, im December 1877.

Archigetes Sieboldi,
eine geschlechtsreife Cestodenamme.

Mit Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der Bandwürmer.

Von

Rudolf Leuckart.

Die in den Teichen und Pfützen um Leipzig — untermischt mit Limnodrilus Hoffmeisteri Clap. — sehr häufige Saenuris rivulorum enthält zur Sommerszeit in ihren Genitalsegmenten nicht selten einen Parasiten, der bis zu 3 Mm. heranwächst und durch die Leibeswand seines Trägers hindurch schon mit unbewaffnetem Auge als ein Ballen von weisslicher Farbe erkannt wird. Er liegt (bisweilen zu mehreren) frei in der Leibeshöhle, so dass er beim Zerreissen des Wurmes ohne Weiteres nach Aussen hervortritt.

In der am häufigsten zur Beobachtung kommenden Entwicklungsform hat dieser Parasit eine grosse Aehnlichkeit mit einer Cercarie. Gleich dieser besteht derselbe aus einem abgeflachten ovalen Körper und einem cylindrischen schlanken Schwanztheile, der in eine grubenförmige Vertiefung des hinteren Leibesendes eingefügt ist und sich bisweilen schon unter dem Drucke des Deckgläschens loslöst. Beide Theile sind selbständig beweglich, sie verkürzen sich und strecken sich wieder, aber die Bewegungen bleiben an Lebhaftigkeit und Energie weit hinter jenen zurück, die man bei den Cercarien zu beobachten gewohnt ist. Kaum, dass unsere Thiere schwerfällig und schleppend auf der Unterlage hinkriechen. Und auch das vornehmlich nur durch Hülfe des vordern Körperendes, das in fortwährendem Spiel nicht blos nach Innen sich einzieht und wieder hervortritt, sondern gleichzeitig auch zwei den flachen Seiten zugekehrte längliche Sauggruben schliesst und wieder öffnet. Man muss diese Bewegungen eine längere Zeit studiren und den Bau des Kopfes an Spirituspräparaten (resp. Querschnitten) untersuchen, bevor man das wechselvolle Bild gehörig zu deuten im Stande ist.

Wenn man übrigens weiter mit unserem Wurme sich beschäftigt, dann gewinnt man bald die Ueberzeugung, dass die Aehnlichkeit mit den Cercarien eine trügerische war. Der Parasit ist kein Trematode, sondern ein Bandwurm, oder richtiger vielmehr eine cysticercoide Bandwurmamme, denn der Schwanzanhang ergiebt sich trotz seiner schlanken Form und seiner soliden Beschaffenheit ganz unverkennbar als das Homologon einer »Schwanzblase«, da er an seinem abgerundeten Hinterende sechs Häkchen trägt, die durch ihre unbedeutende Grösse (0,008—0,014 Mm.), ihre Form und paarige Stellung ganz unverkennbar die Embryonalhäkchen eines Cestoden darstellen.

Dass unseren Würmern Pharynx und Darmcanal abgeht, braucht nach dem eben Bemerkten kaum ausdrücklich hervorgehoben zu werden. Das Einzige, was man bei jüngeren Thieren im Innern des sonst ziemlich gleichförmigen Körperparenchyms zu unterscheiden vermag, sind die Theile des excretorischen Gefässapparates, der eine sehr vollständige Entwicklung besitzt und mit seinen Verästelungen den ganzen Körper durchzieht. Die in achtfacher Zahl vorhandenen Längsstämme wurzeln in einem gemeinschaftlichen kurzen Truncus, der bisweilen etwas blasenartig erweitert ist und hierdurch, wie durch seine Lage an der Insertionsstelle des Schwanzanhanges die Verhältnisse wiedergiebt, die an der excretorischen Blase der Cercarien schon seit längerer Zeit bekannt sind.

Sobald unsere Würmer nun aber ein bestimmtes Grössenmaass überschritten haben — vielleicht (ohne Schwanzanhang, der etwa die Hälfte des Vorderkörpers beträgt) 1—1,3 Mm. messen — beginnt das Körperparenchym in den hinteren zwei Dritttheilen eine weitere Differenzirung. Man unterscheidet allmälig zwei seitliche, bis zur Insertion des Schwanzanhanges nach hinten laufende streifenförmige Organe, zwischen denen sich im Mittelfelde noch anderweitige Gebilde bemerkbar machen. Vorn zunächst eine Anzahl rundlicher Bläschen, an die dann weiter hinten ein grösserer Körper von ellipsoidischer Gestalt und einige andere nicht ganz leicht zu analysirende Gebilde sich anschliessen.

Ueber die Bedeutung dieser Organe kann kein Zweifel sein, denn bei Exemplaren von etwa 2 Mm. Länge beginnt auf der Höhe des eben erwähnten ellipsoidischen Gebildes die Ansammlung hartschaliger Eier (von 0,08 Mm.), deren Menge mit zunehmender Körpergrösse immer mehr wächst, bis deren schliesslich mehr als tausend beisammen sind. Sie sind in einiger Entfernung von dem Hinterleibsende sämmtlich auf einen einzigen Haufen zusammengedrängt, der bei grösseren Thieren fast den ganzen Querschnitt des Körpers einnimmt und den betreffen-

den Theil nicht selten (besonders an der einen Seite) buckelförmig auftreibt. An Querschnitten überzeugt man sich, dass die Eier, die im Wesentlichen den Bau der Bothriocephaluseier haben und noch keinen Embryo in sich einschliessen, den Innenraum eines sackförmigen (oder vielmehr hornartig gekrümmten) Uterus einnehmen. Die Füllung des letzteren geschieht von hinten, wo auch das Ovarium gelegen ist, und die Geschlechtsöffnung gefunden wird.

Obwohl ich der Analyse des Geschlechtsapparates eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt, auch mehrere vollständige Suiten von Querschnitten untersucht habe, ist mir der Bau desselben bis jetzt noch nicht vollständig klar geworden [1]. Aber so viel kann ich schon heute mit Sicherheit behaupten, dass die Seitenorgane als Dotterstöcke und die dazwischen liegenden Bläschen als Hodenbläschen fungiren. Im Ganzen schliesst sich die Bildung des Geschlechtsapparates den von M. Schultze bei Caryophyllaeus mutabilis beobachteten [2] Verhältnissen an.

Obwohl in morphologischer Beziehung nur eine Jugendform, erweist sich unser Bandwurm hiernach als ein geschlechtsreifes Thier.

Doch damit ist noch nicht ohne Weiteres bewiesen, dass dieser geschlechtsreife Zustand das Entwicklungsleben unseres Helminthen zu seinem völligen Abschluss bringt. Man könnte ja vermuthen, dass derselbe noch nach erlangter Geschlechtsreife, gewissermassen also nachträglich, aus dem ihn beherbergenden Wurme, der doch als Wirth einer Cestodenamme unter gewöhnlichen Verhältnissen nur einen Zwischenwirth darstellen würde, in ein anderes Thier überwandere und erst in diesem nach Verlust der Larvenorgane (der »Schwanzblase« mit anhängenden Embryonalhaken) seine Entwicklung vollende. Unter der weiteren Voraussetzung, dass dieser neue Wirth den Wirbelthieren zugehöre, würde dann auch der auffallende Umstand seine Beseitigung finden, dass unser Bandwurm in einem Wirbellosen zur Ausbildung kommt, als definitiver Schmarotzer also einer Thiergruppe angehört, deren Glieder unseren bisherigen Erfahrungen zu Folge sonst nur die Rolle von Zwischenträgern zu spielen haben.

Eine derartige Vermuthung bedarf aber um so mehr der Berücksichtigung, als wir in neuerer Zeit in Erfahrung gebracht haben, dass es eingekapselte, allem Anschein nach also noch auf der Wanderung begriffene Distomeen giebt, die in ihren Wirthen, zum Theil gleichfalls

1) Ich behalte mir übrigens vor, über den anatomischen und histologischen Bau unseres Thieres an einem anderen Orte ausführlicher zu berichten.

2) V. Carus, Icones zootomicae 1857, Tab. VII, Fig. 11.

Wirbellosen, nicht blos — was viel allgemeiner ist, als man früher annahm — ihren Geschlechtsapparat mit allen Theilen anlegen, sondern auch zur functionellen Entwicklung bringen. Ich verweise hierbei namentlich auf eine Beobachtung von mir [1] und eine zweite von v. Linstow [2], in denen es sich um geschlechtsreife eingekapselte Distomeen handelte, die in der Leibeshöhle von Ephemerenlarven und Gammarus pulex zur Entwicklung gekommen waren [3]. Beide Male enthielt nicht blos der Uterus der Würmer, sondern auch der Innenraum der umgebenden Kapsel eine Anzahl von Eiern, aber in so beschränkter Menge und in den von mir beobachteten Würmern so wenig regelmässig, dass die Productionsfähigkeit schon hierdurch als eine keineswegs normale Erscheinung sich kund that. Auch das Vorkommen in einer Kapsel, deren Lösung sonst nur durch die Einwirkung der Verdauungssäfte zu geschehen pflegt, spricht mit überzeugender Beweiskraft dafür, dass die Geschlechtsreife der betreffenden Würmer durch eine nur zufällige Combination von äusseren Umständen bedingt war und keineswegs den gewöhnlichen Abschluss des Entwicklungslebens darstellte. Nach Analogie der in brutlosen (weisellosen) Bienenstöcken bekanntlich oftmals zur Legereife sich entwickelnden Arbeiter könnte man zur Erklärung dieser Erscheinung möglichenfalls an besonders günstige Ernährungsverhältnisse denken, vielleicht auch ein ungewöhnlich langes Verweilen in dem Zwischenwirthe als Ursache der vorschnellen Geschlechtsreife ansehen.

Doch was in diesen Fällen zulässig erscheint, wird für unsern Bandwurm durch die Verhältnisse ausgeschlossen.

Dass wir unter den zahlreichen Cestoden unserer Wirbelthiere (zunächst Fische) keine Form kennen, die den entwickelten Zustand desselben repräsentiren könnte, will ich nicht ein Mal in Anschlag bringen, obwohl die characteristische Bildung und die Häufigkeit des Helminthen kaum annehmen lässt, dass ein solcher unseren bisherigen Forschungen sich entzogen haben würde. Dafür aber muss ich um so mehr die Regelmässigkeit betonen, mit welcher die Geschlechtsreife auf einer bestimmten Entwicklungsstufe eintritt, und die Menge der Eier hervorheben, die dabei erzeugt wird.

Auch das Experiment spricht zu Gunsten der Annahme, dass unser Wurm mit der oben beschriebenen Geschlechtsreife seinen Ent-

1) Jahresbericht über niedere Thiere für 1866 u. 1867, p. 167.

2) Archiv für Naturgesch. 1872. Th. I, p. 3.

3) Zwei andere ältere Fälle von Pontaillé u. Gastaldi (vgl. v. Linstow a. a. O. 1875. Th. I, p. 193) betreffen Distomen aus Triton marmoratus und Rana.

wicklungscyclus durchlaufen habe, denn die in meinen Aquarien mit Ausschluss aller Wirbelthiere gehaltenen Würmer wurden fortwährend von Neuem inficirt, durch Embryonen also, die nur den älteren Insassen entstammen konnten.

Wir dürfen es unter solchen Umständen als ausgemacht ansehen, dass unser Helminth mit einem sonst nur durch Jugend- und Zwischenformen repräsentirten Entwicklungsstadium seine Lebensgeschichte abschliesst.

Was in Voranstehendem bewiesen wurde, die Existenz eines Cestoden, der im Cysticercuszustande geschlechtsreif wird und ohne den sonst üblichen Wirthswechsel seinen Entwicklungscyclus durchläuft, ist übrigens keineswegs so neu, als es dem Einen oder Anderen meiner Leser vielleicht scheinen möchte. Nicht dass ich dabei die noch immer von Zeit zu Zeit auftauchenden Angaben über »geschlechtsreife Cysticercen« im Auge hätte, die sämmtlich, so weit sie bis jetzt vorliegen, einer irrthümlichen Auffassung ihren Ursprung verdanken [1]. Wohl aber ist der Wurm selbst, von dem ich hier handele, schon vor mir beobachtet und beschrieben, auch vor mir schon als ein geschlechtsreifes Thier in Anspruch genommen.

Es ist Ratzel, der denselben in seinen Beiträgen »zur Entwicklungsgeschichte der Cestoden« als Caryophyllaeus appendiculatus ganz unverkennbar beschrieben und im Wesentlichen auch ganz richtig erkannt hat [2]. Nur ist unser Autor — und das erscheint für den hier vorliegenden Fall von principieller Bedeutung — den Beweis schuldig geblieben, dass sein Caryophyllaeus in der von ihm beobachteten Form zur völligen Geschlechtsentwicklung kommt und sein Entwicklungsleben mit dem cysticercoiden Zustande abschliesst. Allerdings giebt Ratzel seinem Wurme Geschlechtsorgane, die auch nach Analogie der bei Caryophyllaeus vorkommenden Bildung im Ganzen richtig gedeutet werden; dass diese Organe aber auch in Function treten, dass sie Geschlechtsstoffe erzeugen und wie bei den ausgebildeten Cestoden hartschalige Eier bilden, ist nirgends hervorgehoben. Es wird im Gegentheil ausdrücklich erwähnt, dass in den Hodenbläschen Samenfäden nicht zur Ausbildung gekommen seien.

Da nach Eintritt der wirklichen Geschlechtsreife die genuinen Samenelemente (besonders auf Querschnitten) fast eben so augenfällig

1) Es gilt das auch für die jüngste Mittheilung von Maddox, on an entozoon with ova, found encysted in the muscles of a sheep. Monthly microsc. Journal. Vol. IX, p. 245, Pl. XVIII.

2) Archiv für Naturgesch. 1868, Th. I, p. 138, Tab. IV, Fig. 1.

sind, wie die allmälig sehr massenhaft sich ansammelnden Eier, glaube ich annehmen zu dürfen, dass die späteren, eigentlich reifen Entwicklungszustände unseres Parasiten den Beobachtungen RATZEL's entgangen sind, obwohl sie mir mindestens eben so häufig aufstiessen, als die frühern.

Die Angaben, welche RATZEL über die Geschlechtsverhältnisse seines Caryophyllaeus macht, besagen in Wirklichkeit also nicht mehr und nicht weniger, als dass die Geschlechtsorgane desselben bereits im Larvenzustande und im Zwischenwirthe (anatomisch) zur Entwicklung kommen, wie das in derselben Weise auch für zahlreiche andere Helminthen, für Trematoden, Echinorhynchen und einige Nematoden, bekannt geworden ist [1]. Dass Caryophyllaeus appendiculatus, wie RATZEL schloss, ein wirklich geschlechtsreifes Thier sei und das erste Beispiel eines Cestoden abgebe, der in einem wirbellosen Thiere und überdies im Zustande einer sog. Amme geschlechtsreif werde, durfte hiernach mit Recht bezweifelt werden.

In meinem Jahresberichte [2] habe ich denn auch diesem Zweifel Ausdruck gegeben und von der Bezeichnung »Caryophyllaeus« und der von RATZEL gegebenen Beschreibung des vorderen sog. Kopfendes, die allerdings auf Caryophyllaeus hindeutete, getäuscht, die Vermuthung ausgesprochen, dass der RATZEL'sche Wurm die Larve des bei unseren Fischen so gemeinen Caryophyllaeus mutabilis sei, der in Saenuris, bei der auch RATZEL denselben aufgefunden hatte, seinen Zwischenträger habe. Ich glaubte mich zu dieser Vermuthung um so mehr berechtigt, als D'UDEKEM, was RATZEL entgangen war, schon im Jahre 1854 aus unserer Saenuris (Tubifex rivulorum) einen Helminthen beschrieben hatte [3], der, obwohl er unbestimmt blieb — Verf. war am meisten geneigt, ihn mit Phyllobothrium van Bened., einer marinen Cestodenform, zusammenzustellen — nach Wort und Bild ganz unverkennbar einen Caryophyllaeus, und zwar einen anhangslosen Caryophyllaeus, darstellt.

Da mir nun jener Zeit der RATZEL'sche Wurm nur aus der Beschreibung bekannt war, schien es mir erlaubt, die Beobachtung von D'UDEKEM auf denselben zurückzuführen und den beobachteten Helminthus, der eine Grösse von 7 Mm. besass, als Beweis dafür anzusehen,

[1] Vergl. mein Parasitenwerk. Th. I, p. 765 (Distomum), Th. II, p. 545 (Nematoden) und p. 837 (Echinorhynchus).

[2] Ber. über die wissensch. Leistungen in der Naturgesch. der niederen Thiere für 1868 u. 1869. p. 105.

[3] Bullet. Acad. roy. Belg. T. XXII, 2. part. p. 533, Fig. 1—3, notice sur deux nouvelles espèces de scolex.

dass Caryophyllaeus appendiculatus schliesslich noch in seinem Zwischenwirthe den Schwanzanhang verliere [1]).

Meine Vermuthung ist auch von anderer Seite für begründet erachtet, wie denn z. B. Claus in seiner Zoologie [2]) darauf hin bei Gelegenheit des Caryophyllaeus mutabilis geradezu sagt: »Die Jugendform mit Schwanzanhang und Geschlechtsanlagen lebt in Tubifex rivulorum«.

Nachdem ich nun aber inzwischen den sog. Caryophyllaeus appendiculatus näher und besser kennen gelernt habe, denke ich über die Beziehungen desselben zu dem von d'Udekem untersuchten Wurme anders. Während ich einerseits die Ueberzeugung gewonnen, dass ersterer, wenn auch der Familie der Caryophyllaeiden zugehörig, doch kein Caryophyllaeus ist, glaube ich andererseits den Wurm von d'Udekem bis auf Weiteres noch immer als einen solchen und zwar, da wir bis jetzt nur eine Art dieses Genus kennen, als die Jugendform des C. mutabilis deuten zu müssen. Nicht blos die Grösse und Abwesenheit des Schwanzanhanges, auch die Bildung des Kopfes und die Fundstätte des Parasiten, die auf das h i n t e r e Körperstück der Saenuris verlegt wird, das in den Fällen von Ratzel und mir stets frei war, sprechen für eine Verschiedenheit beider Würmer. Ein besonderes Gewicht lege ich dabei auf die Abbildung d'Udekem's, welche das Kopfende des Parasiten genau so darstellt, wie man dasselbe bei Caryophyllaeus gewöhnlich in Sicht bekommt [3]). Die Achtzahl der Längsgefässe und deren reiche Verästelung stimmt allerdings mit den Verhältnissen des Ratzel'schen Wurmes, aber in gleicher Weise auch mit der Bildung des Caryophyllaeus mutabilis.

Dass der Ratzel'sche Wurm nun aber kein echter Caryophyllaeus ist, sondern generisch davon unterschieden werden muss, beweist

1) Ich darf bei dieser Gelegenheit übrigens nicht unbemerkt lassen, dass ich bei den grösseren Exemplaren unseres Wurmes den Schwanzanhang einige Male vermisst habe. Freilich erst dann, wenn dieselben aus dem Körper ihrer Träger herauspräparirt waren. Da aber, wie oben bemerkt, der Schwanzanhang leicht abfällt, und die Ausschälung des Parasitenmit zunehmender Grösse immer schwieriger wird, so möchte ich auf diesen Umstand kein grösseres Gewicht legen, die Abwesenheit des Anhanges vielmehr als eine Verstümmelung ansehen, wie sie auch bei der künstlichen Geburt der Cercarien nicht selten eintritt.

2) Grundzüge der Zoologie. II. Aufl. 1876. p. 323.

3) Weniger zutreffend ist die Beschreibung, indem es hier (l. c.) heisst: »Les bothridies sont au nombre de quatre, sessiles, peu distinctes les unes des autres, changeant continuellement de forme, mais prenant le plus souvent celle que je leur donnai (Fig. 1) et qui les fait ressembler à une feuille crispée et découpée; elles sont dépourvues des crochets. On n'aperçoit pas de tubercule au milieu des bothridies.«

schon die von mir im Anfang meiner Darstellung hervorgehobene Anwesenheit zweier flächenständigen Sauggruben, die dem Genus Caryophyllaeus — nach der bisherigen Auffassung freilich auch der Familie der Caryophyllaeiden [1]) — abgehen.

Was Ratzel über die Bildung dieses Kopfendes angiebt, ist freilich nichts weniger als zutreffend. Geneigt »den ganzen Körperabschnitt, der in dem geschlechtsreifen Caryophyllaeus vor den Geschlechtsorganen liegt, morphologisch als Kopftheil zu betrachten«, beschreibt er das Vorderende desselben »als eine dreieckige Verbreiterung, die in der Mittellinie zu einer stumpfen Spitze ausläuft«.

Im Gegensatze zu dieser Auffassung habe ich durch meine Untersuchungen die Ueberzeugung gewonnen, dass die »dreieckige Verbreiterung« allein den Kopf unseres Cestoden darstellt. Sie ist bei dem ruhenden (todten) Thiere durch einen kragenförmig vorspringenden niedern Ringwulst gegen den übrigen dickeren Körper abgesetzt und repräsentirt einen blattartig abgeplatteten Aufsatz, dessen Flächen die schon mehrfach erwähnten zwei Sauggruben tragen. Die letzteren haben eine verhältnissmässig sehr ansehnliche Grösse, so dass sie fast die Hälfte der Gesammtfläche in Anspruch nehmen. Sie sind von leistenartig vorspringenden Rändern umgeben, welche die ganze Länge des Kopfes durchziehen und am Vorderende beiderseits zur Bildung einer abgeflachten Endscheibe zusammentreten. Nach hinten stehen die Randleisten mit je einem kräftigen Längsmuskel in Zusammenhang [2]), der in das Parenchym des übrigen Körpers übertritt und seine

1) Claus characterisirt diese Familie (a. a. O.) folgendermassen: »Körper gestreckt und ungegliedert, mit gefranztem Vorderende, ohne Sauggruben und Haken. Geschlechtsapparat einfach, im hinteren Körperabschnitt entwickelt. Entwicklung eine vereinfachte Metamorphose. Der Wurmkörper scheint den Scolex in Verbindung mit einer Proglottis zu repräsentiren.« Die zur Begründung dieser Auffassung angefügte Behauptung: »da sich beide Theile von einander ablösen können« beruht auf einem Irrthum.

2) Neben dem Durchschnitte dieser Längsmuskeln unterscheidet man an den unteren Enden der Sauggruben jederseits noch einen hellen Körper, der wohl kaum etwas Anderes, als das Nervencentrum unseres Archigetes sein dürfte. Ob diese beiden Gebilde unter sich im Zusammenhang sind, wie es durch Schneider und Blumenberg für Taenia perfoliata und andere Cestoden nachgewiesen wurde, muss ich freilich dahin gestellt sein lassen. Dass die Cestoden aber in der von diesen Forschern geschilderten Weise ein Nervensystem besitzen — die nach hinten laufenden und die einzelnen Proglottiden continuirlich durchziehenden Stämme sind, wie schon mehrfach vermuthet wurde, von Sommer als »Wassergefässe« beschrieben — wird eine in meinem Laboratorium von Stud. Kahane aus Galizien ausgeführte Untersuchung, deren Veröffentlichung in Kürze bevorsteht, mit aller Bestimmtheit nachweisen. Kalkkörperchen fehlen bei Archigetes, wie bei Caryo-

Fasern schliesslich der die Mittelschicht isolirenden Längsmuskellage beimischt. Die sonst diese Mittelschicht begrenzenden Ringmuskeln sind bei unseren Würmern kaum nachweisbar.

Auf Grund dieser Kopfbildung glaube ich den Caryophyllaeus appendiculatus als Repräsentanten eines eigenen Genus betrachten zu müssen, für das ich hier, anknüpfend an den sonst ungewöhnlichen Entwicklungsmodus, den Namen Archigetes (von ἀρχηγέτης, der Ahnherr) in Anwendung bringe. Da nun aber der Besitz der »Schwanzblase« allem Anscheine nach für dieses neue Genus characteristisch ist, so ergiebt sich auch das Ratzel'sche Beiwort »appendiculatus« nicht als bezeichnend; ich habe mir deshalb erlaubt, dasselbe durch den Namen unseres hochverehrten Jubilars zu ersetzen und rechne dabei um so mehr auf allgemeine Beistimmung, als dieser Namen ja mit unseren Kenntnissen von der Entwicklungsgeschichte der Cestoden untrennbar verbunden ist.

Der Archigetes Sieboldi ist in Wirklichkeit also ein im Cysticercuszustande geschlechtsreif werdender Cestode. Als ein neues Beispiel abgekürzter Entwicklung schliesst er sich somit an jene interessanten Formen an, die, wie Proteus, Appendicularia, Lucernaria — um nur einige wenige zu nennen — den verwandten Thieren gegenüber durch den Ausfall des sonst letzten Entwicklungsstadiums characterisirt sind oder, wie man zu sagen pflegt, im Larvenzustande geschlechtsreif werden. Allerdings handelt es sich bei unserm Archigetes (und den Cysticercen überhaupt) nach der gewöhnlichen Auffassung nicht um eine Larve, sondern um eine Amme, d. h. einen Entwicklungszustand mit selbständiger Individualität [1], allein wir sind ja schon längst davon zurückgekommen, die verschiedenen Entwicklungsformen der Thiere so scharf auseinander zu halten, wie das früher gerechtfertigt schien.

Ob die Entwicklungsweise unseres Archigetes durch Abkürzung aus der sonst gewöhnlichen Cestodenentwicklung hervorgegangen ist oder, als die ursprüngliche, erst durch weitere Differenzirung in die letztere sich auseinander gelegt hat, wollen wir hier nicht erörtern. Allerdings stehen derartige Fragen heute auf der wissenschaftlichen Tagesordnung, allein sie lassen sich nicht an einem bestimmten Einzelfalle zum Austrag bringen. Nur beiläufig will ich darauf hindeuten, dass

phyllaeus, dafür aber ist das Körperparenchym der ausgebildeten Thiere, besonders in der Rindenschicht, mit zahllosen Kernen durchsetzt, die sich durch ihre Grösse auszeichnen und durch Färbemittel (Carminlösung) stark tingirt werden.

1) Aehnlich verhält sich Hydra, die, morphologisch eine Medusenamme, am besten wohl gleichfalls als ein geschlechtsreifes Thier betrachtet wird, da ihre Geschlechtsanhänge, weil ausschliesslich vom Ectoderm (Kleinenberg's Mesoderm) gebildet, kaum noch den morphologischen Werth von Medusoiden besitzen dürften.

das Vorkommen eines geschlechtsreifen Cestoden in einem Wirbellosen, einem Thiere also, dessen Verwandte doch zeitlich den Wirbelthieren vorausgingen, immerhin im Sinne der zweiten Eventualität ausgelegt werden könnte — vorausgesetzt freilich, dass man nicht der Ansicht huldigen wollte, es seien die Cestoden, vielleicht auch sämmtliche Entozoen, die ja schon die älteren Helminthologen für »nachgeschaffene« Thiere hielten, erst nachträglich, nach Entstehung der Wirbelthiere, durch Anpassung an eine parasitische Lebensweise aus ursprünglich freien Geschöpfen hervorgegangen.

Es ist aber nicht blos und ausschliesslich das morphologische, resp. genetische Verhalten des ausgebildeten Thieres, das unser Interesse für den Archigetes rege macht. Auch die Entwicklungsgeschichte zeigt mancherlei Eigenthümlichkeiten, wie das zum Theil schon Ratzel in seinen Beiträgen auseinander gesetzt hat.

Nach der gewöhnlichen Auffassung entsteht der Bandwurm zunächst mit seinem Kopfglied (scolex) durch eine Knospung im Innern des vergrösserten und blasenartig entwickelten Embryo, der in Folge dieser Veränderungen zu der »Schwanzblase« des Cysticercus wird. So ist es nicht blos bei den sog. Blasenbandwürmern und Tetrarhynchen, sondern auch bei zahlreichen anderen Formen. Der durch Knospung entstandene Kopf erscheint als ein eigenes Individuum, besonders augenfällig da, wo derselbe in mehrfacher Zahl sich bildet — bekanntlich nicht blos [1] bei Coenurus und Echinococcus — oder sich, wie bei manchen Tetrarhynchen (Anthocephalus Rud.), von seiner Schwanzblase abtrennt und dann auswandert, um einen neuen Zwischenwirth zu suchen und in diesem eine Zeitlang isolirt zu leben [2]. Die Gliederbildung geschieht erst nachträglich am hinteren Ende des Kopfes, meist erst nach der Uebersiedelung in den definitiven Träger und dem Verluste der Schwanzblase. Dass es sich bei dieser Bildung abermals um einen Knospungsprocess handelt, darf ich als bekannt voraussetzen. Ebenso die Thatsache, dass die Glieder (proglottides) erst ihrerseits die geschlechtliche Generation der Bandwürmer darstellen [3].

1) Einen weiteren ähnlichen Fall bietet der von Metschnikoff bei Lumbricus beobachtete Cysticercus (Jahresber. über niedere Thiere für 1868, p. 107).

2) Es ist das ein Verhalten, welches bisher erst wenig gewürdigt wurde. Solche isolirte Köpfe sind z. B. die bei den Cephalopoden im Mantel schmarotzenden Tetrarhynchen. Claparède hat einen derartigen Scolex (Phyllobothrium) auch frei im Seewasser schwimmend aufgefunden. Siehe Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgesch. wirbelloser Thiere. 1863, p. 14, Tab. V, Fig. 6 u. 7.

3) Vergl. v. Siebold, Zeitschrift f. w. Z. Bd. II. p. 198, und Band- und Blasenwürmer 1854, p. 52, van Beneden, les vers cestoides. Bruxelles, 1850, p. 103, Leuckart, Parasiten, Th. I, p. 158.

So ist es gewöhnlich, aber nicht immer und namentlich nicht bei unserem Archigetes, bei dem der Embryo, um zunächst an diesen anzuknüpfen, nach seiner Einwanderung wohl wächst, aber solid bleibt und nicht durch Production einer innern Knospe, sondern durch eine Art Theilung in das spätere Geschlechtsthier und den Schwanzanhang sich gliedert. Die Differenzirung wird dadurch vorbereitet, dass das den sechs Embryonalhaken gegenüberliegende Kugelsegment beträchtlich sich verdickt, wenn man will, knospenartig sich auftreibt, und den ursprünglichen sphäroidalen Embryo immer mehr zu einer birnförmigen Masse gestaltet. Die scharfe Abgrenzung der beiden Theile geschieht verhältnissmässig erst spät, nachdem der Wurm eine Länge von etwa 2 Mm. erreicht hat. Und auch dann zeigen beide Theile noch eine Zeitlang die gleiche Zusammensetzung aus blasenartigen hellen Zellen von ziemlich ansehnlicher Grösse (0,02 Mm.).

Dass unser Archigetes mit dieser Entwicklungsweise nicht isolirt steht, zeigen die Beobachtungen, welche von MELNIKOFF und mir über die Entwicklung der Taenia elliptica veröffentlicht sind [1], eines Bandwurms, der seinen Jugendzustand bekanntlich in der Leibeshöhle der Hundelaus (Trichodectes canis) verlebt und nur dadurch von Archigetes abweicht, dass das die Haken tragende stiel- oder zapfenförmige Ende des Embryonalkörpers, das sich bei Archigetes in den der Schwanzblase entsprechenden Anhang verwandelt, während der Scolexbildung verloren geht (abgeworfen wird?). Dass auch der von D'UDEKEM [2]) in der Leibeshöhle von Nais proboscidea aufgefundene zweite Scolex, der sich schon durch die Vierzahl seiner excretorischen Längsstämme von den Caryophyllaeiden unterscheidet und wahrscheinlicher Weise einem Bothriocephalus angehört, ganz ähnlich sich verhält, beweist der diesem Wurme zukommende Schwanzanhang, der, ganz ebenso wie bei Archigetes dem Körper angefügt, bestimmt auch hier nichts Anderes, als eine »Schwanzblase« darstellt. Ich glaube sogar Grund für die Vermuthung zu haben, dass die hier in Betracht kommende Entwicklungsweise unter den Bothriocephaliden eine ziemlich weite Verbreitung habe.

Wenn man übrigens, wie wohl erlaubt sein dürfte, das bei Archigetes immer stärker sich auftreibende Segment des Embryonalkörpers, welches in das spätere Geschlechtsthier auswächst, als eine Knospe betrachtet, dann reducirt sich der Unterschied zwischen diesen beiderlei Formen

1) Archiv für Naturgesch. 1869, Th. I, p. 62 und menschliche Parasiten Th. II, p. 863.

2) L. c. Fig. 4 u. 5.

der Entwicklung, die Anfangs kaum eine Ausgleichung in Aussicht stellen, im Wesentlichen darauf, dass die Knospe, die den spätern Bandwurm liefert, das eine Mal im Innern des Embryonalkörpers angelegt wird, das andere Mal aber äusserlich an demselben hervorkommt. Die erstere Entstehungsweise setzt natürlich eine blasenartige Umbildung des Embryonalkörpers voraus und damit gewisse Veränderungen, die das andere Mal hinwegfallen.

Beide Male aber haben wir es nach der üblichen Auffassung mit zwei auf einander folgenden Generationen zu thun, die für gewöhnlich je durch ein einziges Individuum repräsentirt sind.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir übrigens, wenn auch nur beiläufig, auf die Aehnlichkeit hindeuten, die zwischen der hier geschilderten zweiten Entwicklungsform und der Bildung der Cercarien obwaltet, bei denen Leib und Schwanzanhang sich im Wesentlichen auf die gleiche Weise aus einem ursprünglich einfachen Zellenhaufen hervorbilden. Der Vergleich liegt um so näher, als unser Archigetes schon durch die allgemeinen Formverhältnisse des Körpers, wie oben erwähnt, an eine Cercarie erinnert, und auch durch die Beziehungen des Schwanzanhanges zu dem excretorischen Apparate die Verhältnisse dieser Thiere wiederholt. Ob aber diese Aehnlichkeit so weit geht, dass wir darauf hin den Cercarienkörper geradezu einem Cysticercus parallelisiren dürfen und, der von Nitzsch einst vertretenen Anschauungsweise entsprechend[1], dem Schwanzanhange eine besondere Individualität vindiciren können, möchte zweifelhaft sein. Sollte sich freilich die Angabe (von Pagenstecher) bestätigen, dass die Cercarienschwänze unter Umständen zu Keimschläuchen würden und eine Brut zu erzeugen vermöchten[2], dann könnte man diesen Umstand leicht im Sinne einer derartigen Auffassung verwerthen.

Durch die voranstehenden Bemerkungen ist es vielleicht gelungen, die Unterschiede in dem genetischen Verhalten der Cestoden, die in ihren Extremen so auffallend sind, auf ein Moment von verhältnissmässig geringer Bedeutung zurückzuführen. Dabei aber ist das weitere Schicksal der neu gebildeten Knospe einstweilen ausser Acht gelassen.

In der Mehrzahl der bisher beobachteten Fälle bildet diese Knospe, wie schon oben angedeutet, den sog. Kopf des späteren Thieres. Noch im Innern der Schwanzblase, während des Cysticercuszustandes also,

1) Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Cercarien und Bacillarien 1817.

2) Trematodenlarven und Trematoden, 1857, p. 15 u. 28.

erreicht derselbe seine volle Entwicklung und Grösse, so dass die späteren Veränderungen, die nach der Uebertragung in den definitiven Wirth geschehen, im Wesentlichen auf die Anbildung der Proglottiden beschränkt bleiben [1]). Bei einzelnen Arten entstehen diese Glieder auch schon im Cysticercuszustande, nachdem die betreffenden Thiere eine längere Zeit hindurch in demselben verweilt haben. So namentlich bei dem sog. Cysticercus fasciolaris, der Finne des Katzenbandwurmes, die mit der Zeit ein völlig tänienartiges Aussehen annimmt und deshalb denn auch vielfach — von älteren und neueren Beobachtern — als eine (ausgebildete) Taenia beschrieben ist [2]).

Das hier in Kürze gezeichnete Bild lässt sich nun aber nicht auf alle Cestoden übertragen. Schon unser Archigetes macht eine Ausnahme. Und mit ihm wahrscheinlich noch andere Arten mit äusserlich knospenden Embryonen.

Statt sich zunächst in den Kopf zu verwandeln und durch eine neue Knospung nachträglich dann das Geschlechtsthier zu produciren, zerfällt hier die an dem sechshakigen Embryo hervorknospende Masse gleich von vorn herein in ein kopftragendes Geschlechtsthier oder, wenn man lieber will, in Kopf + Geschlechtsglied. Wie beide gleichzeitig aus der bis dahin einfachen Masse sich differenziren, so sieht man sie auch später noch gleichmässig an Grösse und Entwicklung zunehmen. An eine zwiefache Individualität ist nicht zu denken; was sonst über zwei auf einander folgende Generationen vertheilt ist, erscheint hier in eine gemeinschaftliche Einheit zusammengezogen — zugleich ein neuer Beweis für die blos relative Selbständigkeit der »Individuen«!

Auch in dieser Beziehung repräsentirt unser Archigetes also eine »abgekürzte« Entwicklung. Ganz dasselbe dürfte aber auch noch bei anderen Cestoden der Fall sein. Man braucht nur ein Mal die Jugendformen des in den Pylorialanhängen des Lachses oft in ungeheurer Masse vorkommenden Bothriocephalus proboscideus untersucht und gesehen zu haben, wie der Kopf hier in geradem Verhältniss zu der sich vermehrenden Gliederzahl an Grösse und Entwicklung zu-

1) Ich sage »im Wesentlichen«, denn es ist bekannt, dass auch die Haken gelegentlich nachträglich gewissen Veränderungen unterliegen. So besonders bei Echinococcus (Leuckart, Parasiten, Th. I, p. 332), noch auffallender bei Echinobothrium, dessen Halshaken sämmtlich erst nach dem Verlust der Schwanzblase gebildet werden (Leuckart u. Pagenstecher in Müller's Arch. 1858, p. 607).

2) Durch die von mir angestellten Fütterungsversuche ist übrigens der Beweis geliefert, dass diese Glieder nach der Einwanderung in den Darm der Katze zu Grunde gehen und durch eine dem persistirenden Kopfe neu sich anbildende Kette ersetzt werden.

nimmt, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass eine Anpassung des von den Blasenbandwürmern entlehnten Entwicklungsschema hier kaum noch zulässig erscheint.

Ob die »Abkürzung« der Cestodenentwicklung in gewissen Fällen noch weiter geht, vielleicht gar Formen existiren, in denen der sechshakige Embryo, wie G. WAGENER es annahm[1], ohne Weiteres auf dem Wege einer einfachen Metamorphose — also ohne intercurrirende Knospung — in ein kopftragendes gegliedertes oder ungegliedertes Geschlechtsthier sich umwandelt, müssen wir aus Mangel ausreichender Beobachtungen einstweilen unentschieden lassen. Es für absolut unmöglich oder auch nur unwahrscheinlich zu erklären, dürfte angesichts unserer heutigen Erfahrungen über die Entwicklungsvorgänge der niederen Thiere kaum zulässig erscheinen, wenn auch die Thatsache zu einer gewissen Vorsicht zwingt, dass die Entwicklung der Caryophyllaeiden, welche WAGENER als das eclatanteste Beispiel eines derartigen Vorganges ansieht, keineswegs in der hier angedeuteten Richtung ihr Verständniss gefunden hat.

Leipzig, Februar 1878.

1) Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Eingeweidewürmer. Harlem 1857, p. 8 ff.

Die Epiphyse am Gehirn der Plagiostomen.

Von

E. Ehlers.

Mit Tafel XXV u. XXVI.

Zu den Untersuchungen, deren Ergebnisse ich auf den folgenden Blättern mittheile, wurde ich durch GÖTTE's Angabe über die Entwicklung der Epiphyse am Hirn der Unke und deren Beziehung zu der STIEDA'schen Stirndrüse des Frosches veranlasst, in der Voraussetzung, dass, wie in so manchen anderen Verhältnissen, so auch in Beziehung auf die Epiphyse des Gehirns die Plagiostomen die ursprünglichen Verhältnisse aufweisen würden. In diesem Sinne hatte ich im Herbst 1875 auf Spiekeroog die Untersuchung des Gehirns von Raja clavata in Angriff genommen, und das erhoffte Ergebniss zum Theil gefunden: die Epiphyse war als ein fadenförmiger Strang vorhanden, welcher von der Hirndecke zum Schädeldach sich erstreckte und an diesem befestigte. Ueberraschend war der Befund für mich nur insofern, als ich in keiner der zahlreichen Untersuchungen über den Bau des Gehirns der Plagiostomen dieses Verhalten erwähnt fand, erklärt aber wurde dieses dadurch, dass bei der im Allgemeinen üblichen Präparation der Gehirne, das Schädeldach von der Rückenfläche her aufzubrechen und wegzunehmen, die zarte Epiphyse durchrissen, bei der Fortnahme der Hüllen und Gefässe des Gehirns der Rest der Epiphyse dann wohl um so leichter entfernt wurde, als er selbst für ein durchrissenes Blutgefäss angesehen werden konnte.

Meine im Jahre 1875 nicht zu Ende geführte Untersuchung nahm ich im August und September 1877 auf Helgoland wieder auf, und konnte nun auch Acanthias vulgaris für die Untersuchung heranziehen. Mittlerweile war aber, was mir erst beim Niederschreiben meiner Arbeit bekannt wurde, das allgemeine Verhalten der Glandula

pinealis des Haifischgehirns zum Theil von anderer Seite gefunden. H. Jackson und Br. Clarke[1], erwähnen in ihrer Beschreibung des Echinorhinus spinosus der fadenförmigen Epiphyse dieses Haies, welche sich von der Hirndecke zum Schädeldach erstreckte. Da sie aber über den weiteren Bau des Organs keinerlei Mittheilungen machen, glaube ich von der Veröffentlichung der von mir gemachten Befunde um so weniger absehen zu müssen, als auch die jüngst erschienenen Untersuchungen über den Bau des Haifischhirnes dieses Hirnanhanges keinerlei Erwähnung thun[2]).

Viel besser als über den Bau des fertigen Organs sind wir über dessen Entwicklung unterrichtet; hier liegen die sorgfältigen Untersuchungen Balfour's[3]) vor, die ich zum Theil nach Untersuchung von Acanthiasembryonen bestätigen kann.

Für die Präparation der Epiphyse empfiehlt es sich nach meinen Erfahrungen, wenn man nicht das ganze Gehirn durch Fortnahme der Schädelbasis freilegen will, den Schädel von der Seite her oder in der Weise zu öffnen, dass man das Schädeldach mit Ausnahme eines medianen Balkens fortbricht. Beide Methoden haben sich mir als zweckentsprechend auch bei anderen Wirbelthieren für die Präparation der

1) H. Jackson and Br. Clarke, The brain and cranial nerves of Echinorhinus spinosus. The Journal of anatomy and physiology. Vol. X. 1876. p. 78.

2) Ich verweise hier auf Fr. Viault, Recherches histologiques sur la structure des centres nerveux des Plagiostomes. Lacaze Duthiers, Archives de Zoologie expérimentale. T. V. 1876, p. 441. Der Verfasser berücksichtigt im Text die Epiphyse nicht, giebt aber in zweien seiner Figuren eine Abbildung der quer durchschnittenen Ephiphyse (Taf. XXII, Fig. 24. 26) und bezeichnet in der Figurenerklärung dieselbe als glande pinéale (?) —

In der jüngst erschienenen Untersuchung von J. V. Rohon, Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier (Bes. Abdruck aus dem XXXVIII. Bande d. Denkschriften d. mathem.-naturw. Classe d. k. Akademie der Wissenschaften in Wien) finde ich das Organ nicht erwähnt, und darf wohl annehmen, dass es auch hier dem Verfasser unbekannt geblieben ist. —

Unmittelbar vor der Veröffentlichung dieses Aufsatzes erhalte ich die ausgedehnte Untersuchung von Fritsch über den Bau des Fischhirns (Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns Berlin 1878), zu spät, um weiter auf die darin dargelegten Anschauungen eingehen zu können Nur so viel möchte ich hervorheben, dass auch diesem Autor die Bildung der Epiphyse bei den Plagiostomen entgangen ist; an den von ihm abgebildeten Plagiostomengehirnen ist nur an zweien die Epiphyse gezeichnet, an beiden aber, meiner Ansicht nach, unvollständig. Unter diesen Verhältnissen ist es erklärlich, dass der Verfasser in seiner auf p. 40 ausgesprochenen Gesammtauffassung der Zirbel zu einer Anschauung kommt, welcher ich nach dem Gange meiner Untersuchung nicht beipflichten kann.

3) F. M. Balfour, The development of the elasmobranch Fishes. Journal of Anatomie and Physiology. Vol. XI, Pl. III. April 1877, p. 440 f.

Glandula pinealis erwiesen. Kam es mir darauf an, das Gehirn sammt seiner Epiphyse in situ für mikroskopische Untersuchung zu härten, so trennte ich am lebenden Hai oder Rochen mit zwei raschen Längsschnitten den ganzen medianen Schädeltheil und das in ihm enthaltene Hirn von den Seitentheilen des Schädels, so dass, wenn dieser Theil aus allen weiteren Verbindungen gelöst und in die erhärtende Flüssigkeit, 1% Chromsäurelösung oder Alkohol, gebracht wurde, sämmtliche Theile im Innern der Schädelhöhle von der Flüssigkeit in kürzester Zeit durchtränkt werden konnten. Die eigentliche Untersuchung der frischen oder erhärteten Hirne wurde dann mit Anwendung des üblichen anatomischen Verfahrens ausgeführt.

Bei Acanthias und Raja ist die Epiphyse ein langgestrecktes fadenförmiges Hohlgebilde, welches auf der Grenze von Mittel- und Zwischenhirn [1]) in der Medianlinie sich von der Oberfläche der Hirndecke erhebt, auf eine mehr oder minder lange Strecke hin im Innern der Hirnhäute liegt, dann aus diesen hervortritt und frei als ein bei Acanthias mattweiss aussehender, bei Raja bisweilen etwas dunkel pigmentirter Faden in der Richtung nach oben und vorn die Schädelhöhle durchsetzt und vor der vorderen Grenze des Hirnes mit einem erweiterten Endstück in das Schädeldach tritt. Ihr die ganze Länge durchsetzender Hohlraum steht mit der Hirnhöhle in Verbindung. An dem 40 Mm. langen Hirne eines erwachsenen Acanthias war die ganze Epiphyse 20 Mm., der frei liegende Theil derselben mit dem Endknopf 8 Mm. lang. Grösser noch ist die Epiphyse bei Raja, hier bestimmte ich an einem nach der Härtung 28 Mm. langen Hirn ihre Länge auf 22 Mm. — In diesem Verlaufe wird die Epiphyse bei Raja von einer Anzahl von Venen begleitet. Der grössere Theil dieser Venen, welche aus den Hirnhäuten kommen, die Mittel- und Zwischenhirn decken, liegt über der Epiphyse, bildet einen Plexus und heftet sich mit einem gemeinsamen Stamm etwas hinter der Ansatzstelle derselben gleichfalls an das Schädeldach, ein kleiner Theil dieser Venen läuft unter der Epiphyse und geht auf die Oberfläche des Vorderhirns über. So nimmt die Epiphyse hier eine Lagerung zwischen Venen ein, welche in der Nähe des Hirns in der Medianebene übereinander stehen und zwischen denen sie leicht übersehen werden kann (Fig. 1). Bei Acanthias ist das nicht der Fall; hier verläuft die Epiphyse eine längere Strecke, als bei Raja, in der Decke des Zwischenhirns oder des 3. Ventrikels, tritt etwa auf der hinteren Grenze des Vorderhirns frei zu Tage und zieht ohne von frei verlau-

1) Diese Bezeichnungen sind im Sinne der v. BAER'schen Deutung gewählt, über deren Berechtigung ich weiter unten handeln will.

fenden Venen begleitet zu sein vor- und aufwärts zum Schädeldach (Fig. 5).

Für die Darstellung der Einzelheiten an der Epiphyse empfiehlt es sich an ihr drei Abschnitte zu unterscheiden und deren Besonderheiten einzeln zu schildern: eine proximale oder cerebrale Strecke, mit welcher sie über die Hirnoberfläche hervortritt, eine mittlere der Ausdehnung nach bedeutendste Strecke, und schliesslich eine distale, oder weil an das Schädeldach angeschlossen, cranielle Strecke; eine scharfe Abgrenzung zwischen der proximalen und mittleren Strecke ist nicht zu machen; die cranielle Strecke ist durch ihre Lage im Inneren des Schädeldaches am besten gekennzeichnet.

Die proximale Strecke der Epiphyse erhebt sich von jenem Theile des Hirndaches, welcher an dem bei der Wegnahme der Hirnhäute von oben her geöffneten grossen Hirnschlitze oder dem 3. Ventrikel nach hinten diese Oeffnung begrenzt. Diese Strecke des Hirndaches, welche bei Acanthias viel mehr als bei Raja durch die nach vorn gerichtete Wölbung des Mittelhirns oder der Corpora bigemina überlagert wird, trägt zwei kugelige Verdickungen, die tubercula intermedia Gottsche's, wenn nach dem Vorgange von Stannius die für das Hirn der Knochenfische gegebene Bezeichnung unbeanstandet auf diese Erhebungen übertragen werden kann. Es sind dies die oberen in der Medianlinie des Hirndaches von jeder Seite her gegen einander stossenden mit wulstiger Verdickung auslaufenden Endstücke der Seitenwände des hinteren Abschnittes des dritten Ventrikels; sie entsprechen den Thalami optici des Säugethierhirnes. Diese beiden gewölbten, bei Acanthias auch gegen die Lichtung der Hirnhöhle vorspringenden Massen, stossen auf der oberen Fläche dieser Platte in der Medianlinie so zusammen, dass zwischen ihnen eine Furche ist. Sie bestehen aus grauer Substanz, während der übrige Theil der Hirndecke hier aus einer starken Masse querziehender Fasersubstanz gebildet wird und somit eine quere Commissur vorstellt; diese gewinnt eine besondere Mächtigkeit gegen die Decke des Mittelhirns hin, und tritt auf Sagittalschnitten durch das Hirn als querer Wulst stark hervor, von der gewölbten Decke des Mittelhirns im medianen Theile deutlich durch eine quere Furche abgesetzt, die zum Theil dadurch markirt wird, dass von der Oberfläche des Hirnes her jederseits neben der Mittellinie hier Gefässe durch die Hirnsubstanz an die innere Oberfläche der Hirndecke treten. Dieser quere Wulst entspricht der Commissura posterior am Hirn der höheren Wirbelthiere. — Das ist die Gegend, in welcher die Epiphyse von der Hirnoberfläche sich erhebt und die vorderen und hinteren Grenzen dieser medianen Strecke auf dem Dache des 3. Ventrikel bilden also

nach vorn die zusammenstossenden thalami, nach hinten die Commissura posterior. Der cerebrale Theil der Epiphyse liegt in der Furche zwischen den tubercula intermedia, ist hier gegen seinen Ursprung hin, im Vergleich gegen die mittlere Strecke, bei Raja stärker als bei Acanthias, verdickt, so dass man das Anfangsstück als schwach kegelförmig gegen die mittlere Strecke hin sich verjüngend bezeichnen kann. Hinter den tubercula intermedia geht die Wand der Epiphyse in die Oberfläche des Hirndaches über, der Hohlraum der Epiphyse aber durchsetzt in steiler Richtung die quere Fasermasse, welche dadurch in eine schwächere vordere und eine stärkere hintere Partie gesondert wird und mündet in den von den Corpora bigemina gedeckten Abschnitt der Hirnhöhle. Quer- und Längsschnitte (Fig. 4, 5, 9—19) dieser Region belehren am besten über das Verhalten der hier in Verbindung tretenden Hohlräume. Solche Schnitte (Fig. 13, 19) zeigen, dass die Decke des Mittelhirns sich am Ansatz der Epiphyse in der Medianebene verdünnt und hier im Uebergangstheil vom Hirn zur Epiphyse einen spaltförmigen Hohlraum deckt, dessen Lichtung durch einspringende Wülste eingeengt wird. Diese Wülste verlaufen von der Mündung der Epiphyse in die Hirnhöhle auf der inneren Oberfläche der Epiphysenwand in deren Längsrichtung, und sind im kegelförmig erweiterten proximalen Abschnitte um so zahlreicher, je grösser der Querschnitt der Strecke ist (Fig. 11, 12); so ist die Lichtung der Epiphyse zwischen diesen longitudinalen Wülsten in gleichlaufende Furchen erweitert, die wie die Zahl der Wülste abnimmt mehr und mehr zusammenfliessen; das aber erfolgt im verjüngten Theile dieser Epiphysenstrecke gleichzeitig mit der allgemeinen Einschränkung des Binnenraumes, welche mit der Kegelform dieser Strecke verbunden ist.

Die mittlere Strecke der Epiphyse geht allmälig und ohne dass eine scharfe Grenze dafür sich bestimmen liesse aus der proximalen Strecke hervor. Die kegelförmige Verjüngung, welche diese von ihrem Ursprunge an besass, erhält sich deutlich erkennbar an der ganzen Länge dieser mittleren Strecke bei Raja (Fig. 4): das schlanke fadenförmige Gebilde verdünnt sich ununterbrochen wenn auch wenig gegen den craniellen Abschnitt hin. Bei Acanthias ist das Verhalten ein anderes; die Verjüngung der kegelförmigen proximalen Strecke setzt sich nicht auf die mittlere Strecke fort, diese hat vielmehr in ihrer ganzen Länge diejenige Dicke, mit welcher sie aus dem Ursprungstheile hervorgeht; das aber ist bereits an der Stelle der Fall, an welcher die Epiphyse vor den Tubercula intermedia unter der Vorwölbung des Mittelhirns hervortritt (Fig. 3, 4, 5). Bei Raja wie bei Acanthias ist die Aussenfläche der Epiphyse, mag sie in den Hirnhäuten eingeschlossen

sein oder frei in der Schädelhöhle verlaufen, völlig glatt und eben, die in das Lumen hineinsehende Wandfläche besitzt dagegen die in der proximalen Strecke vorhandene Bildung: längslaufende Wülste lassen diese Fläche wie cannelirt erscheinen; eine Regelmässigkeit in der Zahl und Stellung dieser Wülste habe ich nicht erkennen können, keinenfalls aber sind es Falten, welche durch einen ungleichen Füllungszustand des Gebildes vom Hirn her verstärkt oder verstrichen würden, wenn auch ein solcher Wechsel dieses Bild bald mehr bald minder stark ausgeprägt hervortreten lassen mag. Bei Acanthias ist diese Furchung der inneren Wandfläche bis an den craniellen Abschnitt deutlich zu verfolgen; bei Raja tritt diese Bildung mit der Verkleinerung des Durchmessers mehr und mehr zurück; aber ein völliges Verstreichen der Wülste habe ich auch hier nicht festgestellt.

Den grössten Unterschied in dem Verhalten der Epiphyse bei Acanthias und Raja bietet der cranielle Abschnitt. Bei beiden legt sich, darin übereinstimmend, die mittlere Strecke an die Innenwand des Schädeldaches: bei Raja erfolgt das nahe hinter der Begrenzung der Präfrontallücke, die verdünnte Mittelstrecke tritt dabei mit ihrem distalen Ende in das sulzige Bindegewebe, welches hier eine Strecke weit von der genannten Schädelöffnung her an der Schädelwand nach hinten sich erstreckt, zieht mit gleicher Richtung wie weiter nach hinten vorwärts, und senkt sich nun ziemlich steil und plötzlich aufsteigend in die derb fibröse Decke des Schädels (Fig. 1, 2). Durch Präparation diesen Theil hier weiter freizulegen gelang mir nicht, dagegen wohl, seinen weiteren Verlauf auf Querschnitten durch die Haut und das Unterhautbindegewebe, welches hier den Schädel bekleidet, zu verfolgen (Fig. 20—23). Daraus ergiebt sich, dass dieser eigentlich cranielle Abschnitt geradlinig und in gleicher Höhe verbleibend nach vorn hinzieht; die mannigfach durchflochtenen derben Balken des straffen Unterhautbindegewebes weichen auf der Strecke seines Verlaufes so auseinander, dass ein längslaufender Canal auf den Querschnitten von querovalem Durchschnitt gebildet wird und in diesem liegt locker der cranielle Endtheil. Er ist wie die mittlere Strecke hohl, aber im Gegensatz zu dieser, welche sich allmälig verjüngte, wieder erweitert, und zwar plötzlich und ansehnlich, so dass sein Breitendurchmesser das Fünf- bis Sechsfache der in der Schädelhöhle gelegenen Strecke beträgt. Ein solches, im fibrösen Gewebe eingeschlossenes Endstück, dessen Länge sich aus der Zusammenstellung der Querschnitte, in welchen es enthalten war, auf 3 Mm. berechnete, hatte eine grösste Breite von 0,38 Mm., während die mittlere Strecke, an welcher es anhing, nur 0,054 Mm. breit war. Auf allen Querschnitten

war dieser Theil breiter als hoch, vielleicht durch den beim Schneiden unvermeidlichen Druck auf das Hohlorgan abgeplattet: die Breite des Gebildes nahm aber von seinem Eintritt in das fibröse Schädeldach nur wenig zu, und kurz vor dem Ende rasch und wenig ab. Danach ist die Gesammtform dieser gesammten craniellen Strecke die einer längsovalen von oben nach unten abgeplatteten allseitig geschlossenen Hohlkapsel. — An ihrer ganzen Oberfläche ist diese Strecke scharf von dem umhüllenden Fasergewebe gesondert und nirgends habe ich Gewebsverbindungen gegen die bindegewebige Umhüllung oder die Cutis hin gesehen. Die innere Wandfläche dieses erweiterten craniellen Theiles zeigt in der hinteren Strecke die für den mittleren Theil characteristischen Längswülste, während im terminalen Stücke die Wand auf den Querschnitten glatt erschien. Die Querschnitte, welche die vorderste Endstrecke des craniellen Theiles getroffen hatten (Fig. 22, 23), zeigten jederseits neben der erheblich verkleinerten Lichtung die Wandung schwach flügelförmig erweitert. Ich kann nicht entscheiden, ob es sich hier um eine durch Härtung und Schnittführung entstandene Abplattung oder um eine im Leben vorhandene Gestaltung handelt.

Bei Acanthias bietet die cranielle Strecke ein im Verhalten zu ihrer Umgebung anderes Verhalten als bei Raja. Das distale Ende der mittleren Epiphysenstrecke legt sich etwas vor der vorderen Grenze des Vorderhirns an die Mittellinie des Schädeldaches und zwar auf einen kreisförmigen Fleck, der mit grösster Schärfe am lebensfrischen Schädeldache hervortritt, zumal wenn dasselbe bei durchfallendem Licht von der Innenfläche her betrachtet wird, der aber auch an gut conservirten Schädeln bei auffallendem Licht zu erkennen ist, bei diesen allerdings leichter, wenn man von der Oberfläche dieser Schädelstrecke die Haut entfernt und den dann durchscheinenden knorpeligen Schädel gleichfalls bei durchfallendem Lichte betrachtet (Fig. 6). Bei erwachsenen Haien hatte dieser Fleck durchschnittlich einen Durchmesser von 1.5 — 2 Mm. Das Bild dieses kreisförmigen Fleckes entsteht durch eine scharf umrandete kreisförmige Lücke in der Knorpelmasse des Schädeldaches. In diese Lücke tritt der cranielle Epiphysenabschnitt hinein, umgeben von einem lockeren faserigen Bindegewebe, welches im lebensfrischen Präparat sehr saftreich, völlig durchscheinend und weich erscheint, nach der Härtung mit Chromsäure oder Alkohol fester und straffer, und dann deutlicher als am frischen Präparate von der inneren Oberfläche des Schädeldaches sich glatt über die Lücke in der Knorpelsubstanz hinwegspannte, so dass hier eine ununterbrochen ebene Fläche hergestellt wird. Das vordere Ende der mittleren Epiphysenstrecke durchbohrt diese Fläche und dringt, steiler ansteigend, in

den Raum der Knorpellücke hinein. Bei den im durchscheinenden Licht betrachteten Präparaten, zumal am lebensfrischen Präparate, sieht man im Inneren der Lücke das cranielle Epiphysenstück als ein knopfförmig angeschwollenes Ende liegen. Hier gelingt es auch leicht, diesen Abschnitt der Epiphyse durch Präparation frei zu legen, und so schält sich aus der Knorpellücke vom Bindegewebe umhüllt das kurze knopfförmig verdickte Endstück der Epiphyse heraus (Fig. 3). — Besser als eine derartige Präparation geben Querschnitte eine Einsicht in die hier vorliegenden Verhältnisse (Fig. 24, 25). Die Oeffnung auf der inneren Oberfläche des knorpeligen Schädeldaches erweist sich dabei als der Eingang eines kurzen die Dicke der Knorpelwand durchsetzenden Canals, der von oben her durch die das Schädeldach bekleidende Haut, so wie durch eine kleine in diese eingebettete Knorpelplatte abgeschlossen wird; ob diese Knorpelplatte regelmässig vorhanden ist oder ihr Vorkommen und ihre Ausdehnung mit dem Alter der Thiere etwa im Zusammenhang steht, muss ich unentschieden lassen. Jedenfalls deckt die Knorpelplatte nur zum kleinen Theil den in dem knorpeligen Schädeldach gelegenen Binnenraum; eine derbe und dichte Bindegewebsschicht, welche über dem Knorpel des Schädeldaches ein Perichondrium bildet, zieht sich als eine straffe Decke über den Canal fort und unterscheidet sich durch ihre Festigkeit erheblich von dem lockeren Gewebe, welches die Lichtung des Canals ausfüllt. Kleine Venenzweige treten von der Innenfläche des Schädeldaches in das Innere der Knorpellücke, steigen zu der derb fibrösen Decke aufwärts und geben feine Aestchen in das lockere Bindegewebe, welches allseitig den knopfförmigen craniellen Endtheil der Epiphyse umhüllt. Dieser liegt in solcher Umhüllung locker und verschiebbar. Das Endstück der mittleren Strecke wendet sich, sobald es durch das Bindegewebe, welches die untere Eingangsöffnung der Knorpellücke schliesst, in diese eingetreten ist, der Richtung der Knorpellücke entsprechend steil aufwärts, und erweitert sich sofort zu einer fast kugeligen Blase, deren Lichtung im queren Durchmesser wohl das Fünffache des Hohlraumes der mittleren Strecke beträgt; bei einem erwachsenen Thiere bestimmte ich den Querdurchmesser des Endstückes auf 1,7 Mm., den der mittleren Strecke auf 0,37 Mm. Die Bildung von Längswülsten, welche in dieser auf der inneren Wandfläche hinstreichen, setzt sich auf die Wandung dieses blasenförmigen Endstückes fort; während ich aber an der mittleren Strecke eine Faltenbildung der Wand nicht beobachtet habe, ist mir eine solche an der Wand dieses blasigen Endstückes, wenn auch nicht immer, vorgekommen (Fig. 25); wahrscheinlich kann in der lockeren nachgiebigen Umhüllung, in welcher dieser Endtheil im

Inneren der Knorpellücke gelegen ist, das Gebilde je nach seinem Füllungszustande prall ausgedehnt werden oder schlaff zusammenfallen und im letzteren Falle in seiner Wandung Falten schlagen.

Der feinere Bau dieser so gestalteten Epiphyse ist bei Raja und Acanthias fast übereinstimmend. Die Wand dieses röhrenförmigen Hohlorganes setzt sich aus zwei ungleichen Geweben zusammen: aus einer inneren Schicht, welche mit der Hirnrinde zusammenhängt und aus einer äusseren Scheide, welche eine Fortsetzung der Hirnhaut ist und als Trägerin von Gefässen erscheint. Beide Schichten sind an Mächtigkeit einander fast gleich; an der Mittelstrecke der Epiphyse vom Hirn eines erwachsenen Acanthias bestimmte ich deren Durchmesser, da wo sie frei in der Schädelhöhle lag, auf 0,208 Mm.; die Durchschnittsweite der Lichtung betrug 0,032 Mm.; die Dicke der inneren Schicht durchschnittlich 0,048 Mm., die der äusseren Scheide 0,04 Mm.

Die innere Schicht erstreckt sich mit gleichmässiger Bildung durch die ganze Länge der Epiphyse. Sie ist im frischen Zustande farblos und weich, ganz ähnlich der Masse der Hirnrinde; dass sie zu dieser gehört, beweist das gleiche Verhalten gegen Osmiumsäure: in einer 1% Lösung derselben färbt sie sich rasch braun, bei einer Einwirkung von länger als 15 Minuten tief schwarz; eine Lösung der Osmiumsäure von 1 pro mille brachte nach 18 stündiger Einwirkung eine nur schwache Bräunung hervor; in beiden Fällen härtete sich das Gewebe. Unter dem Mikroskop erschien diese Schicht als eine gleichmässige, matt glänzende Grundsubstanz mit eingelagerten kugeligen oder ovalen, etwas stärker das Licht brechenden Kernen; beim Zerzupfen der Masse, welche 18 Stunden in der Osmiumsäurelösung von 1 : 1000 gelegen hatte, isoliren sich die meisten Kerne, die kugeligen maassen dann 0,009 Mm., die ovalen 0,012 : 0,005 Mm.; ihre Substanz war in den meisten Fällen homogen und ziemlich stark lichtbrechend, in selteneren Fällen in der Art differenzirt, dass im Innern ein kernkörperchenartiges Gebilde eingelagert erschien; bisweilen waren an diese Kerne kleine das Licht stark brechende Körnchen angelagert. Neben ganz isolirten Kernen lagen in den zerzupften Massen solche, welche um sich einen Hof der hellen Grundsubstanz hatten, in welcher die sämmtlichen Kerne eingebettet liegen; solche Höfe waren aber so unregelmässig begrenzt, dass die Auffassung derselben als discreter, zu den Kernen gehöriger Zellleiber sich nicht empfahl. — Die Art, in welcher diese Kerne in die homogene, keinerlei Zellgrenzen aufweisende Grundsubstanz eingelagert sind, zeigt sich am besten auf den Querschnitten der Epiphyse, welche mit Carmin gefärbt wurden. Dann färben sich die Kerne stärker als die Grundsubstanz, und nun erkennt man leicht die Kerne

in mehrfachen Schichten in der Grundsubstanz eingelagert: dicht gedrängt stehen hart unter der dem Lumen des Rohres zugewandten Oberfläche vorwiegend die ovalen Kerne mit ihrer grössten Achse radiär zum Lumen, während die kugeligen Kerne weitläufiger und unregelmässig in der Aussenschicht eingebettet sind. Nie habe ich die Bildung einer eigentlichen epithelialen Schicht, welche etwa die Bekleidung der inneren Fläche des Rohres gegen die Lichtung desselben hin bildete, erkennen können. In ihrer ganzen Dicke ist dieser Theil der Epiphysenwand aus einem Gewebe gebildet, wie solches in den Centralorganen des Nervensystems vorkommt; die Kerne ähneln durchaus den Kernen, welche ich bei einem Vergleich in der Hirnrinde des Vorderhirnes der Haie fand, nur dass ich hier blos die kugeligen Kerne sah; die Grundsubstanz, in welcher diese Kerne eingebettet liegen, ohne weiteres als Neuroglia zu bezeichnen, davon hält mich der Umstand ab, dass die Neuroglia der Hirnrinde der gleichen Thiere das bekannte feinkörnige Aussehen zeigte, wogegen die sonst ähnliche Masse der Epiphysenwand völlig homogen erschien. — Dieser Unterschied ist aber kein so erheblicher, dass man um seinetwillen diesen Theil der Epiphysenwand nicht als einen Theil der Hirnrinde bezeichnen dürfte, und wie sich aus dieser die Epiphyse erhebt, behält ihre Wand in der ganzen Länge die Beschaffenheit eines Hirnbestandtheiles. An der Basis des cerebralen Theiles geht der äussere Theil der Epiphysenwand in die Hirnrinde über; die innere Schicht mit den gedrängt stehenden ovalen Kernen bekleidet das Lumen bis zu der Ausweitung hin, mit welcher der Uebergang in die Hirnhöhle erfolgt; hier schliesst sich dann ohne eine scharfe Grenze die einem Cylinderepithel gleichende, mit Carmin sich lebhaft färbende Schicht an, welche die innere Fläche der gewölbten Corpora bigemina hier auskleidet. — In ihrer ganzen Ausdehnung ist diese nervöse Schicht der Epiphyse gefässlos.

Das solcher Weise aus Hirnmasse gebildete Rohr wird von einer derben bindegewebigen Scheide umhüllt; diese umschliesst zugleich zwei der Länge nach an der Epiphyse verlaufende Venen.

Die bindegewebige Scheide geht am cerebralen Theil aus der bindegewebigen Hülle hervor, welche unmittelbar auf der Hirnoberfläche aufliegt, ist nicht nur in der freien mittleren Strecke, sondern auch da, wo die Epiphyse in den Hirnhäuten verläuft, scharf abgegrenzt, und auch am craniellen Theil vorhanden, steht hier aber mit den umgebenden Bindegewebsschichten in Zusammenhang, zumal bei Acanthias, an dessen Epiphysenknopf das lockere Bindegewebe der Knorpellücke an die Scheide desselben sich ansetzt, diese aber hauptsächlich an der

Endwölbung des Knopfes in das derbere Bindegewebe der Decke der Knorpellücke hinübergeht. Das Bindegewebe ist ein lockiges parallel faseriges, die Fibrillen laufen in der Längsrichtung der Scheide; nur wenige Bindegewebskörperchen sind in ihm enthalten; bei Raja liegen zwischen den äusseren Schichten des Fasergewebes sternförmige schwarze Pigmentzellen in Uebereinstimmung mit der Pigmentirung, welche hier das die Gefässe und das Hirn bekleidende Bindegewebe überall zeigt. Gegen die äussere Oberfläche wie gegen die Hirnsubstanz der Epiphyse hin ist das Fasergewebe durch eine feine homogene Platte abgeschlossen. Endothelien habe ich auf keiner dieser Flächen gefunden.

Die Venen, welche von dieser Scheide umschlossen die Epiphyse der ganzen Länge nach begleiten, hängen am cerebralen Theile mit den reich entwickelten Plexus an der Hirndecke zusammen; im craniellen Theile gehen sie, wenigstens bei Acanthias, in die venösen Zweigelchen über, welche an der Decke der Knorpellücke sich ausbreiten.

In welcher Verbreitung bei den Plagiostomen eine wie hier beschriebene Hirnepiphyse vorkommt, habe ich aus Mangel an geeignetem Material bis jetzt nicht feststellen können und aus dem bei Embryonen beobachteten Verhalten nicht sofort einen Schluss auf die Fortdauer desselben bei erwachsenen Thieren für erlaubt gehalten. Dagegen habe ich an Gehirnpräparaten von folgenden erwachsenen Plagiostomen: Myliobatis aquila, Hexanchus griseus, Mustelus vulgaris und Galeus canis das cerebrale Stück und ein bald mehr bald minder langes Stück der mittleren Strecke einer fadenförmigen Epiphyse gefunden; der cranielle Theil der Epiphyse war allerdings bei allen Präparaten mit dem Schädeldach fortgenommen, das Verhalten der mittleren Strecke macht es mir aber wahrscheinlich, dass auch bei diesen Plagiostomen ein cranielles Endstück zu finden sein wird.

Ueber die Entwicklung der Epiphyse kann ich nach Balfour's ausführlichen Mittheilungen kaum etwas Neues bringen, möchte einzelne Puncte aber doch besonders hervorheben. Als eine blasenförmige Hervortreibung der dorsalen Hirnwand erscheint die Epiphyse zwischen den Wölbungen des Vorder- und Mittelhirnes, auf dem frühesten von Balfour abgebildeten Stadium mit ihrem Scheitel in gleicher Höhe oder selbst etwas höher als die übrige Wölbung der dorsalen Wand des Hirnrohres, welches in seiner ganzen Ausdehnung hier von gleicher Substanz gebildet ist. Im Fortschritt der Entwicklung bleibt diese Anlage der Epiphyse zunächst gegenüber den mit der wachsenden Ausdehnung zunehmenden Wölbungen des Vorder- und Mittelhirns zurück

und erscheint nun als ein zwischen die einander zugewandten Flächen dieser beiden Hirnblasen eingeschlossener, zu deren Scheitel nicht hinaufreichender, hohler knopfartiger Fortsatz; so finde ich die Epiphysenanlage noch im Acanthiasembryo von 17 Mm. Länge. Zwischen die Wölbungen des Vorder- und Mittelhirns senkt sich die Körperdecke und liegt auf dem Scheitel der Epiphyse. Treten nun Vorder- und Mittelhirndecken näher an einander, so wächst die Epiphyse stärker in die Höhe und reicht mit ihrem Scheitel bis auf die Höhe der Wölbung dieser beiden Hirnabschnitte; dann aber ist, wie der Längsdurchschnitt durch den Kopf eines 31,5 Mm. langen Embryo zeigt (Fig. 8) die Blasenform der Epiphyse erheblich verändert; sie erscheint wie von vorn nach hinten zusammengedrückt, so zwar, dass unter der Scheitelwölbung diese Abplattung nicht erfolgt, hier ein geräumigerer Hohlraum sich erhält als in dem basalen Theile zwischen den Verbindungsstücken zu der vorderen und hinteren Strecke der dorsalen Hirnblasenwandungen. Noch hat aber der ganze Fortsatz eine gegen die vollendete Entwicklung erhebliche quere Ausdehnung, während durch die ungleiche Abplattung eine Differenz zwischen der craniellen und mittleren Strecke auftritt. Und die erweiterte cranielle Strecke zeigt nun auch schon eine erste Andeutung ihres späteren Verhaltens zum Schädeldache dadurch, dass sie mit ihrer terminalen Wölbung sich in eine kleine Grube auf der inneren Fläche des dicker gewordenen, aber noch nicht weiter differenzirten mesodermalen Theiles des Integumentes hineinlegt. Im cerebralen Theile sind gleichfalls bereits alle Verhältnisse zu erkennen, welche im ausgebildeten Zustande vorliegen: im vorderen Bereiche des dritten Ventrikels ist die dorsale Decke bereits zu einer äusserst dünnen Platte verschmächtigt und verbindet als solche die Decke des Vorderhirns mit jenem Theile der Zwischenhirndecke, von welcher sich die Epiphyse erhebt; auf diesem Theile der Hirnwand sind vor und zur Seite der Epiphyse die Verdickungen vorhanden, welche im erwachsenen Hirn als Tubercula intermedia erscheinen, so zwar dass in dem medianen Theile das Hirndach hier verdünnt, und als eine nach vorn etwas aufgerollte Platte erscheint, welche nach hinten unmittelbar in die Vorderwand der Epiphysenblase hinübergeht; hinter der Epiphyse liegt in der aufsteigenden Wand des Mittelhirns ein Wulst, der offenbar die Anlage jener starken Commissur ist, vor welcher im erwachsenen Hirn der ampullenartig erweiterte cerebrale Abschnitt der Epiphyse in die Hirnhöhle einmündet.

Ich habe die einzelnen Stadien, welche die Epiphysenentwicklung bis zu der endlichen Ausbildung durchläuft nicht alle verfolgt; im Wesentlichen handelt es sich, wie das auch aus den Balfour'schen Mit-

theilungen hervorgeht, um ein gesteigertes Längenwachsthum der Epiphyse, bei welcher die mittlere Strecke am stärksten verdünnt wird, der cerebrale Abschnitt seine Lage behält, der cranielle dagegen offenbar unter den Wachsthumsvorgängen in der Schädelwand weit nach vorn gleichsam hinausgezogen wird. Dass während dieser Entwicklung die Wand der Epiphyse einen Massenzuwachs erhält, geht aus einem Vergleich der Epiphyse eines Embryo, der fast erwachsen, aber noch einen kurzen äusseren Dottersack trug, mit der eines ausgewachsenen Thieres hervor. Die Epiphyse besitzt auf diesem Stadium in ihrer mittleren Strecke die characteristischen Längswülste, der blasige cranielle Knopf liegt bereits rings von der Knorpelwand des Schädels umschlossen (Fig. 25). Aber an Ausdehnung steht die mittlere wie cranielle Strecke noch erheblich hinter der ausgewachsenen Epiphyse zurück; der Stiel war hier nur 0,12 Mm. breit gegen 0,37 Mm. der erwachsenen, der Knopf hatte einen Durchmesser von 0,6 Mm. gegen 1,7 Mm. im erwachsenen Thiere; bis zur Vollendung hätten also beide Theile noch um das Dreifache zuzunehmen. Mithin findet hier ein erhebliches Wachsthum und zugleich die characteristische Ausbildung des Gewebes statt. Die Wachsthumsvorgänge müssen aber auch in bestimmter Weise das Schädeldach umformen, wenigstens in so weit, als mit der Grössenzunahme des Epiphysenknopfes die Knorpellücke an Ausdehnung zunimmt, und zwar in solchem Grade, dass ihr querer Durchmesser von 0,9 Mm., den ich in dem eben erwähnten Stadium fand, bis auf 1,5—2 Mm. anwächst; das aber kann nur durch eine Resorption von bereits gebildetem Gewebe eintreten; damit aber geht wahrscheinlich das allmälige Vorrücken des Epiphysenendes im Schädeldache Hand in Hand.

Ueber die Entwicklung dieser Verhältnisse bei Raja fehlen mir Beobachtungen.

Nicht ohne Interesse ist es, von den Verhältnissen aus, welche ich hier geschildert habe, das Verhalten der Epiphyse durch die Reihe der Wirbelthiere hindurch zu verfolgen. Die Plagiostomen besitzen in ihrer hohlen am Ende knopfartig erweiterten Epiphyse das Organ gleichsam in seinem ursprünglichsten Zustande, in einer Form, welche wir bei höheren Wirbelthieren während der embryonalen Entwicklung wohl überall antreffen, welche aber durch Umwandlungen der Gewebsmassen, wie sie zum Theil auch an anderen Strecken des Hirnes vorkommen, fast bis zur Unkenntlichkeit verändert wird. Ich will versuchen, an der Hand der vorliegenden anatomischen Beschreibungen zu zeigen, wie weit die Homologien zu verfolgen sind. Dabei ist es durchaus nicht meine Absicht, auf die sämmtlichen Beschreibungen

einzugehen, welche von der Epiphyse der verschiedenen Thiere gegeben sind. Ich treffe eine Auswahl, um an ihnen die Vergleichspuncte darzulegen. Neue Untersuchungen werden erforderlich sein, um die Klarstellung aller Einzelheiten zu bringen.

Das Verhalten der Epiphyse bei den Fischen hat Owen[1], so weit es sich um die Lagerungsverhältnisse allein handelt, zutreffend geschildert, denn er giebt an, dass sie über dem dritten Ventrikel aus dem Zwischenraum zwischen den Lobi optici sich erhebe und am Schädeldach befestigt sei. Seine weiteren Angaben sind aber nicht stichhaltig. Unter den Fischen nähert sich in der äusseren Form der Epiphyse des Plagiostomenhirnes am meisten die der Ganoiden. Aus der von Stannius[2] gegebenen Beschreibung der Epiphyse am Hirne des Störes geht so viel mit Sicherheit hervor, dass umschlossen von den Hirnhäuten die Epiphyse an gleichem Orte wie bei den Plagiostomen sich über die Hirnoberfläche erhebt als ein weisser, bei grossen Stören bis drei Zoll langer Faden, aus der Umhüllung der Hirnhäute hervortritt und mit seinem Endstück in einer Höhle des knorpeligen Schädeldaches liegt. — An dieses Verhalten schliesst sich dasjenige an, welches wir nach Huxley's[3] Angaben von der Epiphyse des Ceratodus kennen: von der Decke des dritten Ventrikels erhebt sich mit fast cylindrischem Stiele die Epiphysis und endigt mit einer herzförmigen Anschwellung, welche mit gefässhaltigem Bindegewebe in einer Vertiefung im knorpeligen Schädeldach befestigt ist. Die Epiphyse von Lepidosiren ist nach den Abbildungen, welche Owen[4]) davon gegeben

1) Owen, On the anatomy of vertebrates. Vol. I. London 1866. p. 280.

2) Siebold und Stannius, Handbuch der Zootomie. Bd. 2. Die Wirbelthiere. Zweite Auflage. 1854. p. 134. Anmerkg. 2. — Ich habe aus Mangel an geeignet conservirtem Materiale diese Angabe von Stannius nicht prüfen können. Wenn auch manches in der weiteren, oben nicht mit angeführten Beschreibung, besonders dass der Faden bisweilen doppelt sein soll, nicht völlig zutreffend und die Angaben über den feineren Bau ungenügend erscheinen, so liegt doch keinerlei Grund vor, diese Angaben hier nicht zu verwerthen. Allerdings hat Leydig (Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853. 4°. p. 6) die in der ersten Auflage des Stannius'schen Buches bereits gemachte Angabe, dass die Epiphyse an den knorpeligen Schädel reiche, für die von ihm untersuchten Störarten in Abrede gestellt. Allein mir ist es nach Leydig's eigenen Angaben zweifelhaft, ob er überhaupt Bestandtheile der eigentlichen Epiphyse vor sich gehabt hat, und nicht etwa nur Adergeflechte oder umgewandelte Strecken der Epiphysenwand.

3) Huxley, Contribution to Morphology. Ichthyopsida No. 1. On Ceradotus Forsteri. Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1876. p. 29.

4) Owen, Description of the Lepidosiren annectens. Transact. of the Linnean Society. Vol. XVIII. 1841. p. 327. Tab. 27. Fig. 3, und Anatomy of Vertebrates. Vol. I. p. 282.

hat, kegelförmig zugespitzt, wenn nicht etwa das cranielle Endstück hier mit der Präparation fortgenommen ist.

Ganz ungenügend ist die Epiphyse der Teleostei bekannt; Gottsche[1]), der die Angaben seiner Vorgänger darüber mittheilt, giebt an, sie überall gefunden zu haben und betont ihren Zusammenhang mit den Tubercula intermedia; seine Angaben lassen vermuthen, dass erhebliche Umwandlungen in der Wand des Gebildes eingetreten sind. Beachtenswerth ist die Angabe von Stannius[2]), dass sich beim Lachs von den Tubercula intermedia Gefässe und Nervenschenkel weit aufwärts in die Knorpelsubstanz des Schädels erheben. Dass dieses an die Bildung der Epiphyse bei den Plagiostomen sich anschliessende Verhalten nicht allgemein bei den Teleosteern vorkommt, wissen wir durch Baudelot's[3]) Angaben über die Epiphyse von Gadus merlangus. Das lang ausgezogene Organ erreicht hier mit seinem keulenförmig erweiterten distalen Ende nur die innere Fläche der dura mater und ist an diese durch Bindegewebe und Gefässe befestigt. Baudelot's Beschreibung lässt ferner erkennen, dass hier die Wand der Epiphyse nicht mehr die Beschaffenheit der Hirnsubstanz besitzt; und dass eine zum Theil weit gehende histologische Umwandlung hier stattgefunden hat, erhellt daraus, dass Baudelot es für das wahrscheinlichere hält, dass die Wand der Epiphyse im cerebralen Theile in die häutigen Theile der pia mater übergehe. Aus diesem Verhalten erklärt sich auch wohl, dass Baudelot hinter der Anheftungsstelle der Epiphyse an die Decke des Hirns eine in den dritten Ventrikel führende Oeffnung zeichnet; sie wird durch die Fortnahme dieser häutigen Theile mit der Präparation gebildet sein.

Für die Cyclostomen, deren Besprechung ich hier einschiebe, ehe ich der Amphibien gedenke, liegen die ausführlichen Angaben von J. Müller[4]) vor. Bei den Myxinoiden Bdellostoma und Myxine ist der unpaare, bereits von Retzius einer glandula pinealis verglichene, der Oberfläche des Gehirns zwischen Vorder- und Mittelhirn aufliegende unpaare Körper zweifellos das Endstück der Epiphyse; ob es aber dem

1) C. M. Gottsche, Vergleichende Anatomie des Gehirns der Grätenfische. Müller's Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Jahrg. 1835. p. 453.

2) Stannius a. a. O. p. 130.

3) Baudelot, Étude sur l'anatomie comparée de l'encephale des Poissons. Mémoires de la société des sciences naturelles de Strasbourg. T. VI. 2. Livr. 1870. p. 98 f. Pl.

4) J. Müller, Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cyclostomen. Berlin 1838. Taf. II u. III, und Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Berlin 1840. p. 9 und p. 32.

craniellen Endstück der Epiphyse der Plagiostomen entspricht, ist nach den bis jetzt vorliegenden Angaben nicht zu entscheiden. — Bei Petromyzon ist nach MÜLLER's Worten der Bau des oberen Theiles des lobus ventriculi tertii sehr merkwürdig; er wird nach meiner Auffassung durchaus verständlich: jener mit drei Lippen auslaufende, auf der Höhe sich spaltförmig öffnende Fortsatz ist meines Erachtens nichts anderes als das Homologon der cerebralen Strecke der Epiphyse bei den Plagiostomen; die spaltförmige Oeffnung, der Eingang in den Hohlraum der Epiphyse, hier durch die Präparation geöffnet. STANNIUS [1]) bringt die Ergänzung der MÜLLER'schen Beschreibung durch die Angabe, dass aus dem von MÜLLER beschriebenen Gebilde feine Gefässe hervortreten, an welchen hochaufwärts in der Schädelhöhle die sackförmige weissliche Epiphyse hänge. Danach zu schliessen ist die Mittelstrecke der ganzen Epiphyse durch eine Umwandlung des nervösen Gewebes unkenntlich geworden, während das cranielle Stück, nicht in gleicher Ausdehnung histologisch umgewandelt, kenntlicher bleibt und so von STANNIUS allein als Epiphyse bezeichnet wurde.

Ueber die Epiphyse des Amphibienhirnes sind wir wohl erst durch GÖTTE's [2]) Angaben genauer unterrichtet, da das, was vor ihm in der Regel als Zirbel beschrieben wurde, wohl nicht die eigentliche Epiphyse, sondern Theile der hier reich entwickelten Adergeflechte sind. GÖTTE hat uns in seiner Entwicklungsgeschichte der Unke gezeigt, dass während der Larvenentwicklung die Epiphyse, wie die der Plagiostomen einen proximalen, mittleren und distalen Abschnitt besitzt, dass der distale Abschnitt nicht wie der cranielle Theil der Haifischepiphyse in die Schädelwand aufgenommen wird, sondern vor der Schädelwand unter der Haut liegt und hier das von STIEDA als Hirndrüse beschriebene Gebilde darstellt; dass der mittlere Theil im Laufe der Entwicklung mit einer Gewebsumwandlung verloren geht, und dass so der cerebrale Theil ausschliesslich als schwer aufzufindender Fortsatz am Hirn sich erhält. Dass uns die Larvenform hier das bei den Plagiostomen dauernd bestehende Verhalten vorführt, leuchtet ein; ich will besonders betonen, dass im cerebralen Theile diese Uebereinstimmung so weit geht, dass man aus GÖTTE's Darstellung [3]) in der Umgebung der Zirbelwurzel die tubercula intermedia und die Commissuren

1) SIEBOLD und STANNIUS, Handbuch der Zootomie. Bd. 2. Die Wirbelthiere. Zweite Auflage. 1854. p. 128.

2) GÖTTE, Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875. p. 283 f., 294 f., 315 f.

3) GÖTTE a. a. O. p. 294.

erkonnt. Zweifel können darüber entstehen, ob eine specielle Homologie zwischen dem distalen vor dem Schädeldache gelegenen Theile der Epiphyse der Unke und dem craniellen Epiphysentheil der Plagiostomen besteht; nicht dadurch, dass bei der Unke dieser Theil über dem Schädeldache liegt, denn die bei Hai und Rochen vorkommenden Unterschiede würden wohl die Annahme erlauben, dass die Entwicklung der Schädelwand im Umfange des Epiphysentheiles mannigfaltiger variiren, und damit das Lagerungsverhältniss der Epiphyse zum Schädel, wie es bei den Batrachiern besteht, herbeigeführt wird, unbeschadet einer completen Homologie. Viel eher entstehen Zweifel über die Homologie des ecto- und endocraniellen Epiphysen-Endstückes in Rücksicht auf die nicht ganz übereinstimmende Entwicklung: nach GÖTTE [1]) steht der Epiphysenknopf der Unke von Anfang an in Verbindung mit der Oberhaut, und wird dadurch hohl, dass eine Fortsetzung der Hirnhöhle in ihn eindringt. Aus der Entwicklung der Plagiostomen-Epiphyse ist eine derartige primäre Verbindung zwischen Oberhaut und Hirn bis jetzt nicht bekannt, und ebensowenig, dass ihre erste Anlage solid wäre und erst mit der Weiterentwicklung einen Hohlraum erhielte. Vielleicht ist eine anfängliche Verbindung zwischen der Oberhaut und der Epiphysenanlage bis jetzt noch übersehen und nur in den frühesten Stadien der Entwicklung bei den Haifischen vorhanden. Die späte Entwicklung des Hohlraumes in der Epiphyse des Froschhirnes würde die Begründung einer Homologie zwischen ihr und derjenigen des Selachiergehirns ebensowenig beeinträchtigen, wie die späte Entwicklung des Centralcanals im Rückenmark der Teleosteer dessen Homologie mit dem der übrigen Wirbelthiere stört. Die »Stirndrüse« des erwachsenen Frosches hat keine Verbindung mit der Oberhaut und hier ist die Homologie zwischen ihr und dem Epiphysenknopfe, zumal wie derselbe bei Raja erscheint, nicht von der Hand zu weisen.

Bei den Sauropsiden zeigen die Vögel, gegenüber den Reptilien, soweit von diesen die Epiphyse bekannt ist, ein auch bei den Säugern wiederkehrendes, abweichendes Verhalten der Lagerung; bei allen machen sich, zum grössten Theil noch näher zu untersuchende, histologische Umwandlungen in der Wand des Organs in ungleicher Ausdehnung und Stärke geltend. — Für die in der Schildkröte vorkommenden Verhältnisse ist auf BOJANUS' [2]) classische Untersuchung zurück-

1) a. a. O. p. 283.

2) BOJANUS, Anatome testudinis europaeae. Wilnae 1819—21. fol. p. 90. Taf. XXI. Fig. 87, 88, 89, 92. STIEDA's Angabe (Diese Zeitschrift p. 400), eine besondere

zugreifen: die Epiphyse entspringt vor der Commissura posterior und von den Wülsten, welche als Thalami optici bezeichnet werden, über dem dritten Ventrikel, sie hat einen kurzen Stiel und ein keulenförmig erweitertes, nach vorn gerichtetes Endstück, mit welchem sie auf der Oberfläche des Hirns aufliegt. Die Keulenform erinnert an das distale Ende der Plagiostomen-Epiphyse, giebt uns aber keine Berechtigung, dieses kolbenförmige Endstück dem Epiphysenknopfe bei Selachiern und Fröschen gleich zu stellen. — In Bezug auf die Lage verhält sich die Epiphyse des Krokodils wie die der Schildkröte; leider aber sind wir auch durch die neuesten Untersuchungen von Rabl-Rückhard [1]) nicht völlig über deren Beziehungen zum Hirndach aufgeklärt; das aber ist aus diesen Untersuchungen hervorzuheben, dass an den Wänden des Zwischenhirns dieses Thieres eine taenia thalami optici auftritt, wie wir eine solche aus dem Hirn der Vögel und Säuger kennen und in ihrem Verhalten zur Zirbel gleich näher zu berücksichtigen haben.

Wie über das Hirn der Lepidosaurier, so fehlen auch über dessen Epiphyse genauere Angaben. Sie erscheint hier kleiner als bei Krokodilen und Schildkröten, liegt übrigens in ähnlicher Weise, nämlich mit dem keulenförmig verdickten Endstück nach vorn gerichtet. Aus der Angabe Leydig's [2]), dass die »Zirbel« der Eidechse durch zwei nervöse Schenkel mit dem Hirn verbunden sei, geht hervor, dass die cerebrale Strecke der Epiphyse hier von einer wie am Vogel- und Säugethierhirn eintretenden histologischen Umwandlung ergriffen ist. Wichtiger noch sind die Angaben dieses Forschers, dass die Zirbel nicht nur mit der harten Hirnhaut verbunden ist, sondern dass über ihr in der Schleimschicht der Epidermis ein ausgezeichnetes zelliges Gebilde liegt. Leydig selbst sagt allerdings, das Organ sei nicht die embryonale Zirbel, vergleicht es aber mit der Stirndrüse des Frosches zu einer Zeit, als deren Beziehung zur Epiphyse noch nicht durch Götte bekannt geworden war. Jetzt liegt es nahe, die damals von Leydig verworfene Ansicht wieder aufzunehmen; und bringt eine darauf gerichtete Untersuchung die Bestätigung dieser Ansicht, so wird damit zugleich erwiesen, dass das im Schädelraume gelegene keulenförmige Stück der

Epiphysis cerebri bestehe bei der Schildkröte nicht, kann ich allgemein nicht gelten lassen. Bei grossen Chelonien sehe ich die keulenförmige Epiphyse, wie sie Bojanus abbildet.

1) Rabl-Rückhard, Das Centralnervensystem des Alligators. Diese Zeitschrift Bd. XXX. p. 336.

2) Fr. Leydig, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872. 4⁰. p. 72 f.

Epiphyse, die »Zirbel«, der mittleren Strecke der Epiphyse am Plagiostomenhirne entspricht.

Für die Darstellung der uns hier interessirenden Verhältnisse der Epiphyse am Gehirne der Vögel halte ich mich vor Allem an die Angaben von MIHALCOVICS [1]. Das Organ hat hier eine durch die grosse Entwicklung des Vorderhirns herbeigeführte Lage, die bei den bis jetzt erwähnten Thieren nicht vorhanden ist: die Epiphyse ist nicht mehr nach vorn, sondern nach aufwärts und wenig nach hinten gerichtet [2]. An der vollentwickelten Epiphyse ist das distale verdickte Ende, auf welches der Name der Zirbel, glandula pinealis oder conarium allein anzuwenden ist, durch Gewebsentwicklung so weit verändert, dass von der ursprünglichen Bildung desselben aus Hirnsubstanz nichts mehr zu erkennen ist. Die Verbindung mit dem Schädeldach ist, wie am Hirn der Eidechse, dabei nicht verloren gegangen, denn durch einen Faserstrang steht der Scheitel der Zirbel mit der dura mater in Verbindung; ein Verhalten, welches an die gleiche Bildung am Hirn des Ceratodus und weiter der Plagiostomen erinnert. Im cerebralen Theile der Epiphyse erhält sich der Hohlraum (recessus infrapinealis MIHALCOVICS); aber nur der hintere Umfang seiner Wandung besteht aus Hirnsubstanz, am vorderen Umfange ist mit einer ähnlichen Bildung, welche den Scheitel ergreift, die anfänglich aus Hirnsubstanz gebildete Masse völlig umgewandelt und so wird hier der Hohlraum durch eine zu den Adergeflechten des Hirndaches gehörige Lamelle geschlossen, an deren lateralen Rändern wieder Hirnsubstanz sich erhält; das sind die vorderen Stiele der Zirbeldrüse, welche, wie SERRES [3]) hervorhebt, zu den thalami optici und zu der sogenannten vorderen Commissur des Vogelhirnes führen. Die Bedeutung dieses Verhältnisses wird gleich bei der Besprechung der Epiphyse am Säugethierhirn klar werden.

Aus der Entwicklung der Zirbel möchte ich hier nur den Umstand hervorheben, dass bei der Umwandlung aus der embryonalen Form in die vollentwickelte die Wand blind endende Hohlsprossen treibt. Sollten diese Gebilde etwa den Längsrinnen, welche sich in der Epiphyse der Plagiostomen finden, gleich zu setzen sein?

Von hier aus sind die Verhältnisse, die an der Zirbel des Säugethierhirnes sich finden, leicht zu erklären. Die nach hinten gehende

1) MIHALCOVICS, Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1877. 4⁰. p. 94.

2) Auf den Einfluss, welchen in der Entwicklung des Vogels die Ausbildung des Vorderhirns auf die Lage und Gestaltung der Zirbel ausübt, hat schon K. E. v. BAER hingewiesen. Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Th. II. 1837. p. 110.

3) SERRES, Anatomie comparée du cerveau dans les quatre classes des animaux vertébrés. Paris. T. II, p. 488. Pl. III, Fig. 84.

Umlagerung hängt mit der Entwicklung des Vorderhirns zusammen; die eigentliche Zirbel, welche eine Verbindung mit der harten Hirnhaut nicht mehr besitzt, ist die durch histologische Umwandlung zu der eigenthümlichen Bildung gebrachte mittlere Strecke des Plagiostomenhirnes; seine cerebrale Strecke wird, wie das zum Theil schon durch MIHALCOVICS[1]) angedeutet ist, durch membranöse und nervöse Theile allseitig abgeschlossen, welche die beschreibende Anatomie am menschlichen Hirn mit besonderen Benennungen unterscheidet. Die dem craniellen Theil der Plagiostomenepiphyse entsprechende Strecke ist zur Zeit noch nicht nachgewiesen. — Geht man bei der Vergleichung der Epiphyse am Haifisch- und Menschenhirn auf den Nachweis der speciellen Homologien über, so hat man sich das cerebrale Stück derselben in beiden Fällen unter der Form eines mit der Spitze aufwärts gerichteten Hohlkegels vorzustellen. Beim Hai setzt sich diese Spitze in die mittlere Strecke der Epiphyse fort, beim Menschen trägt sie die eigentliche Zirbel. Die abwärts gewandte trichterförmig weite Eingangsöffnung in den cerebralen Abschnitt steht bei den Plagiostomen über einer in die Hirnhöhle führenden Oeffnung, welche jene quer ziehende Fasermasse im Hirndache durchsetzt, an welche sich nach vorn die tubercula intermedia anschliessen. Das Homologon dieser Oeffnung ist im menschlichen Hirn die Lücke, welche im dritten Ventrikel zwischen der Commissura posterior und media liegt; die hintere Commissur entspricht dem hinteren, die mittlere Commissur dem vorderen Theile der Strecke des Hirndaches, welche bei den Plagiostomen von der Fortsetzung des Epiphysenhohlraumes durchbrochen wird; die homologen Theile der tubercula intermedia sind die oberen Wölbungen der thalami; die Brücke von Hirnsubstanz, welche die tubercula intermedia vereinigt, ist im Hirn der Säuger zum Theil durch Umwandlung zu einem Bestandtheil des membranösen Daches geworden. Ueber dieser so begrenzten Oeffnung des menschlichen Hirnes steht ein membranöses Dach, in welchem der trichterförmige cerebrale Theil der Epiphyse enthalten ist: in der ursprünglich hinteren, durch die Zurückdrängung der Zirbel abwärts gewandten Wand des cerebralen Epiphysentheiles liegen die nervösen Stränge, welche als Pedunculi conarii beschrieben werden; die ursprünglich vordere Wand des kegelförmigen cerebralen Epiphysentheiles ist wie beim Vogel zum grössten Theile membranös umgewandelt. Aber auch hier geht seitwärts die membranöse Decke, nach deren Entfernung die mittlere Commissur und der hintere Eingang in den 3. Ventrikel von oben her freiliegt, in

1) MIHALCOVICS a. a. O. p. 99, 100.

Hirnsubstanz über; sie wird in der menschlichen Anatomie als Taenia thalami optici oder auch stria medullaris bezeichnet. Ihre homologen Theile im Vogelhirn sind die vorderen Stiele des Conarium; hier wie dort lassen sich diese nach vorn bis zu den thalami optici, den tubercula intermedia der Plagiostomen und bis zu der Commissura media im Hirn der Säuger, bei den Vögeln bisweilen selbst bis zu der Commissura anterior verfolgen. Ueber das Verhalten dieser Taenia thalami optici macht Henle[1]) die für unsere Betrachtungen bedeutungsvolle Bemerkung, dass es Fälle gebe, in denen diese Taenia sich in den Plexus chorioideus erstrecke und verliere; nach der Entwicklungsgeschichte ist dieses das normale Verhalten und solches finde ich von Reichert[2]) auch angegeben, da er sagt, dass sich die häutige Decke der 3. Hirnkammer mit den Adergeflechten an diese Zirbelstreifen inserire. Die weitere Angabe Henle's, dass die beiden Taeniae thalami optici, beim Uebergang auf das Conarium in der Mittellinie vielleicht zusammenfliessen, würde uns solche Fälle vorführen, in denen am oberen Ende des cerebralen Epiphysentheiles die Hirnsubstanz nicht durch histologische Umbildung geschwunden ist; sie würden also dem ursprünglichen Verhalten dieses Theiles etwas näher stehen. Die von Reichert als Recessus suprapinealis bezeichnete Höhlung ist morphologisch von untergeordnetem Werthe und auf eine Faltenbildung in der stark ausgedehnten ursprünglich vorderen Wand des cerebralen Epiphysentheiles zurückzuführen. Die Umwandlung, welche während der Embryonalentwicklung das Dach des Zwischenhirnes ergreift und sich auf die Epiphyse fortsetzt, führt hier zu einer so gleichförmigen Bildung, dass es nicht möglich ist, am entwickelten Hirn eine Grenze zwischen dem vorderen Umfange der cerebralen Epiphysenstrecke und dem davor gelegenen Theile des Daches des dritten Ventrikels anzugeben; beide gehen ohne Grenze in einander über. Wie diese Membran die Decke des Zwischenhirns bildet und als solche zur äusseren Fläche des Hirnes gehört, so gehört zu dieser auch die lateralwärts von der taenia gelegene obere Fläche eines jeden thalamus opticus. Diese Flächen entsprechen den oberen Wölbungen der tubercula intermedia im Haifischhirn; und wie diese zum Hirndach gehören, so ist auch, wie Mihalcovics[3]) hervorgehoben hat, die sogenannte horizontale Fläche der Sehhügel ein Abschnitt der Aussenfläche des Zwischenhirns.

1) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. III. Braunschweig 1871. p. 128.

2) Reichert, Der Bau des menschlichen Gehirns. Leipzig 1861. 2. Abtheilung. p. 155.

3) Mihalcovics a. a. O. p. 72.

Ich habe die Homologien der Epiphyse am menschlichen Gehirn deshalb dargelegt, weil dasselbe am bekanntesten ist, vielleicht aber auch von dem typischen Verhalten sich am weitesten entfernt. Dass aber diejenigen Säugethiere, wie Phoca, bei denen die Zirbel sehr gross ist, oder die niedriger stehenden, wie die Monotremen, die Verhältnisse klarer zeigen sollten, ist kaum zu erwarten; vielleicht aber bringt die geringe Entwicklung des Balkens bei den letztgenannten Thieren eine andere Lagerung der Zirbel mit sich.

Meiner Ausdeutung aber, welche ich im Wesentlichen gemacht habe, indem ich von der Bildung der fertig entwickelten Organe ausging, kann für das Vogel- und Säugethierhirn ein Einwurf entgegengehalten werden. Er betrifft meine Deutung der mittleren Commissur des Säugethierhirns. Ich fasse sie als ein ursprünglich der Hirndecke angehöriges Gebilde auf, welches durch die Epiphysenöffnung von der hinteren Commissur getrennt ist, von dem sich ein Theil des Hirndaches bei seiner Umwandlung abgehoben hat, und welches durch die starke Vorwölbung der Sehhügel scheinbar in die Tiefe verschoben ist. Dem widersprechen die Angaben über die Entwicklung dieser Commissur. Denn SCHMIDT [1]) sowohl wie MIHALCOVICS [2]) geben an, dass diese Commissur durch eine Verwachsung der Wände der Sehhügelregionen erfolge. Ich muss aber gestehen, dass ich diese Angaben nicht eher für zuverlässig halte, als bis uns dieser Verwachsungsvorgang, der in einer verhältnissmässig späten Zeit des Embryonallebens erst eintreten soll, auch mit Rücksicht auf das sich dabei bildende Gewebe klar gemacht ist. Sollte nicht diese Commissur, welche die Sehhügel in ganz ähnlicher Weise verbindet wie die vordere Partie der queren Fasermasse bei den Plagiostomen die tubercula intermedia, in denen wir die homologen Theile der Thalami sehen müssen, sich während der mächtigen Ausbildung der Thalami und der Ausbildung der häutigen Hirndecke im Bereich des 3. Ventrikels nur scheinbar abwärts verschieben? MIHALCOVICS [3]) zeichnet in dem Längsschnitt durch das Hirn eines 8 Cm. langen Rindsembryo »am oberen Saum der Sehhügelregion die keulenförmigen Zirbelstiele« und auf der Abbildung eines gleichen Längsschnittes eines 15 Cm. langen Rindsembryo [4]) finde ich diese Gebilde etwas tiefer angegeben, die häutige Vorderstrecke des cerebralen Epiphysentheiles davon durch einen kleinen Zwischenraum

1) Diese Zeitschrift Bd. XI, p. 50.
2) a. a. O. p. 71.
3) a. a. O. p. 178, Taf. II, Fig. 17.
4) a. a. O. Taf. II, Fig. 18.

getrennt. Sollte das etwa der noch im Bereich des Hirndaches gelegene Theil sein, welcher später weiter abwärts geschoben als Commissura media erscheint? Ich habe bis jetzt keine Gelegenheit gehabt, diese Vermuthung zu prüfen. Ich will nur darauf aufmerksam machen, dass die von MIHALCOVICS erwähnten Vorkommnisse vom Mangel oder der Verdoppelung einer mittleren Commissur sowie die Neubildungen, in welchen beide Sehhügel eine solide Masse bilden, sich nach der von mir vermutheten Weise der Entwicklung eben so gut, wenn nicht besser als durch die Annahme einer Verwachsung erklären lassen; denn in dem ersten Falle würde eine zu weit gehende Reduction in der ursprünglichen Decke des Hirnes die Commissur ganz vernichten oder unterbrochen und so gedoppelt erscheinen lassen, während bei dem Ausbleiben der Entwicklung, durch welche die Commissur sich von der Decke löst und in die Tiefe rückt, die Sehhügel in ähnlicher Weise durch eine starke Commissurenmasse verbunden bleiben müssen, wie die Tubercula intermedia am Haifischgehirn. — An der Auffassung, dass die Commissura mollis als eine secundäre Bildung aufzufassen sei, hat schon MICLUCHO-MACLAY [1]) gezweifelt, und spricht gleichfalls die Vermuthung aus, dass diese Commissur »ein Rest der primären Verbindung wäre (der Decke des Zwischenhirns z. B.)«. Komme ich zu dieser Auffassung durch vergleichend-anatomische Betrachtung, so führt MICLUCHO-MACLAY dafür eine entwicklungsgeschichtliche Beobachtung an: ihm schien in einem Hundsembryo die Commissura mollis mit der sog. Commissura posterior verbunden zu sein und so eine Decke des Zwischenhirns zu bilden.

Der von der jetzigen Kenntniss der Entwicklungsgeschichte des Hirns entlehnte Einwurf hat mich nicht veranlasst, meine Meinung über die Homologie der mittleren Commissur des Säugethierhirns und deren Beziehung zur Epiphyse zurückzuhalten. Vielleicht bringt eine spätere Untersuchung auch von Seite der Entwicklungsgeschichte den vollständigen Nachweis, dass diese Commissur keine Neubildung im Hirn der höheren Wirbelthiere ist, sondern bis zu den Haifischen sich verfolgen lässt. Vorläufig halte ich meine Ansicht fest, und kann dann auch einer von GEGENBAUR,[2]) vorgetragenen Anschauung nicht beipflichten, dass die Epiphyse im Säugethierhirn, gegenüber ihrer Stellung bei den Ichthyopsiden, nach hinten gerückt sei, der Weg, den sie dabei zurück-

1) MICLUCHO-MACLAY, Beitrag zur vergl. Anatomie des Gehirns. Jenaische Zeitschrift Bd. 3. 1868. p. 568 Anmerkung.

2) GEGENBAUR, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage. Leipzig 1870. p. 735.

gelegt habe, durch die Markstreifen an der Kante der Sehhügel bezeichnet werde. Die Epiphyse steht überall mit ihrem cerebralen Theile unmittelbar vor der Commissura posterior oder deren Homologon, während der distale Theil allerdings mit der Entwicklung des Vorderhirns nach hinten gedrängt wird; die Ausdehnung der membranösen Umwandlung des Hirndaches führt die »Spaltbildung« des Hirnes wie bei den Vögeln so bei den Säugern auf die Fläche, von welcher die Epiphyse sich erhebt, so wie auf deren cerebrale Strecke.

Ist aber die Stellung der Epiphyse am Hirn durch die ganze Reihe der Wirbelthiere die gleiche — und sie stimmt darin offenbar mit ihrem Gegenstück, der Hypophyse, überein — so giebt sie uns, wie früher schon von R. Owen[1]) hervorgehoben wurde, für die Bestimmung der Homologien der einzelnen Hirnabschnitte einen sicheren Anhalt. Jener Hirntheil, an dessen oberer Decke sie sich erhebt, ist überall gleichwerthig: das Zwischenhirn in der durch K. E. v. Baer[2]) eingeführten Benennung, das Thalamencephalon der englischen Autoren; es grenzt sich durch die hinter der Epiphyse stehende quere Commissur, die Commissura posterior, gegen das Mittelhirn ab, trägt am Boden die Hypophyse, führt nach vorn zu den beiden Hemisphären und lässt zwei bei den verschiedenen Wirbelthieren ungleich entwickelte Abschnitte erkennen, einen vorderen, dessen Decke überall häutig wird, und der bei den höheren Wirbelthieren mehr und mehr in die Ausbildung der Grosshirnhemisphären hinüber genommen wird, und einen hinteren, von dessen Decke sich die Epiphyse erhebt und der bei Vögeln und Säugern die grösste Ausdehnung erhält. — Mit dieser Deutung ist dann zugleich die Homologie desjenigen Hirnabschnittes gegeben, der seit dem Versuche von Miclucho-Maclay[3]), die bis dahin wohl allgemein angenommene Homologie der Hirnabschnitte für die Fische anders auszudeuten und durch die Billigung, welche dieser Versuch bei Gegenbaur fand, bald als Zwischenhirn, bald als vereinigtes Zwischen- und Mittelhirn bezeichnet wurde; eine Auffassung, welche jedoch allgemeine Annahme nicht fand, wie denn u. a. Stieda, Fritsch, Huxley und Mihalcovics sich gegen dieselbe erklärten. Meines Erachtens kann darüber durchaus kein Zweifel bestehen, dass der hinter der Commissura posterior oder der

1) R. Owen, On the Anatomie of Vertebrates. Vol. I. 1866. p. 281.

2) Dass v. Baer in der Ausdeutung der einzelnen Abschnitte des Fischgehirns über das, was hier als Zwischen- und Mittelhirn zu bezeichnen sei, zu keinem sicheren Abschluss gekommen war, geht aus seinen eignen Worten hervor. (Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Th. II. 1837. p. 309).

3) Miclucho-Maclay, Beitrag zur vergl. Anatomie des Gehirns. Jenaische Zeitschrift Bd. 3. 1868. p. 553.

Einpflanzung des cerebralen Epiphysenstückes gelegene Abschnitt die Decke des Mittelhirns im BAER'schen Sinne bildet, angefangen von den Corpora bigemina der Plagiostomen und dem unter ihnen gelegenen geräumigen Hohlraum bis zu den Corpora quadrigemina und dem von ihnen gedeckten engen Hohlraum des Aquaeductus Sylvii des Säugethierhirns. Die ungleiche Entwicklung, welche das Hinterhirn (Cerebellum) bei den niederen Wirbelthieren erfährt, kann die Deutung des Mittelhirns nicht beeinflussen. Nur darüber könnte man ungleicher Meinung sein, ob man die Commissura posterior zum Zwischenhirn oder zum Mittelhirn ziehen will; da nach der Entwicklung des Haifischhirns dieser Deckentheil zum Mittelhirn zu gehören scheint. Diese Unsicherheit über das Grenzgebiet zwischen Mittel- und Zwischenhirn beeinträchtigt aber in keiner Weise das Festhalten an der gemeinsamen Ausdeutung der Abschnitte des Gehirns durch die ganze Reihe der Wirbelthiere.

Ist nun die Epiphyse als eine Scheitelbildung des Zwischenhirns anzusehen, die also in den Wölbungen des Mittel- und Hinterhirns ihres Gleichen fände, oder ist es ein ursprünglicher Verbindungsstrang zwischen den beiden aus dem Ectoderm hervorgehenden Organen: Integument und Neuralrohr? Die Frage wird mit einer Widerlegung oder Bestätigung von GÖTTE's Angaben über die Entwicklung des Unkenhirns und die Ausdehnung dieser Befunde auf die Plagiostomen entschieden werden. Bestätigen sich GÖTTE's Angaben, so liegt hier, worauf schon GÖTTE selbst hingewiesen hat, offenbar eine Beziehung zu dem Porus vor, mit welchem beim Amphioxus während der Entwicklung das Neuralrohr nach aussen mündet.

Ob die Epiphyse auf jenem Ausbildungszustande, in welchem sie sich bei den Plagiostomen findet, eine besondere Thätigkeit zu vollziehen hat, lässt sich aus der Kenntniss des anatomischen Verhaltens allein nicht ermessen; und wenn auch die oberflächliche Lage des erweiterten craniellen Abschnittes, dessen Zusammenhang mit der gemeinsamen Hirnhöhle, sowie seine Einbettung in einen Hohlraum, der eine Ausdehnung dieses Theiles gestatten würde, zu mancherlei hypothetischen Aufstellungen verlocken könnte, so halte ich es doch für gerathener, die Zahl der Deutungen, welche sich seit der bekannten Ansicht von DESCARTES an die Zirbel angeschlossen haben, nicht zu vermehren; nur so viel ist gesichert, dass das Endstück der Epiphyse, die eigentliche Zirbel, weder zu den Lymph- noch zu den Blutgefässdrüsen zu stellen, sondern als ein rückgebildetes Organ aus der Decke des Hirns aufzufassen ist.

Göttingen, im Januar 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV u. XXVI.

Bedeutung der Buchstabenbezeichnung.

H Hinterhirn.
M Mittelhirn.
N Nachhirn.
V Vorderhirn.
Z Zwischenhirn.
Art (in Fig. 1) Die aus der Carotis interna kommenden arteriellen Plexus am Vorderhirn.
Art. pr. c. (in Fig. 2) Arteriae profundae cerebri.
C Commissura posterior.
Ch Chorda dorsalis.
Cr Knorpliger Schädel.
Ct Cutis.
E Epiphyse.
H Hypophyse.
No Nervus opticus.
Ntr N. trochlearis.
Pl Blutgefässe in den Hirnhäuten.
Pl. ch. Plexus chorioideus.
Ti Tuberculum intermedium.

Fig. 1. Der vordere Theil des Gehirns von Raja clavata in seiner natürlichen Lagerung im Schädel. Das Präparat liegt so, dass sein linker Rand höher als der rechte steht. Die vorderen und Seitentheile des Schädels sind fortgeschnitten, ebenso der hintere Theil des Schädeldaches, während der vordere Abschnitt desselben, welcher die Praefrontallücke des Schädels nach hinten begrenzt, aus seinen seitlichen Verbindungen gelöst und dann im hinteren Theile gehoben und etwas zur Seite gedreht ist, um den Verlauf der fadenförmigen Epiphyse bis an die untere Fläche des Schädeldaches hinter der Praefrontallücke zu zeigen. Man übersieht von der Epiphyse die mittlere Strecke von der Stelle an, wo sie über dem Zwischenhirn aus den Hirnhäuten hervortritt, bis dahin, wo sie an das Schädeldach sich anlegt; über und unter ihr verlaufen Venen, von denen die über der Epiphyse stehenden einen Plexus bilden, welcher mit einem unpaaren medianen Stamm der Länge nach über der Epiphyse nach vorn zieht, früher aber als diese an das Schädeldach sich anlegt. Vergr. 3.

Fig. 2. Ansicht der ventralen Fläche des Hirns von Raja clavata und der am Schädeldach nach vorn ziehenden Epiphyse, so weit dieselbe vor dem Vorderrande des Hirns sichtbar ist, bis sie vom sulzigen Bindegewebe auf der inneren Fläche des Schädeldaches bedeckt wird. Das Präparat ist durch Fortnahme der Schädelbasis gefertigt und nach der Härtung in Chromsäure und Weingeist gezeichnet. Vergr. 3.

Fig. 3. Ansicht der dorsalen Fläche eines Gehirns von Acanthias vulgaris in seinen Häuten und mit der frei präparirten Epiphyse; von einem in Weingeist gehärteten Präparat. Die Epiphyse schimmert im Bereich des Zwischenhirns durch die membranöse Decke desselben hindurch und verläuft dann als freier Faden bis zum knopfförmigen Vorderende. Vergr. 2.

Fig. 4. Das in Weingeist gehärtete Hirn von Acanthias vulgaris durch einen dorsoventralen Schnitt halbirt; von der Epiphyse ist der cerebrale Theil und das Anfangsstück der Mittelstrecke erhalten. Der Schnitt ist nicht völlig in die Medianebene gefallen, und so ist eine kleine Lamelle vom rechten Tuberculum intermedium stehen geblieben; dahinter ist die spaltförmige Lichtung angeschnitten, mit welcher der Hohlraum der von dem Schnitt nicht halbirten Epiphyse in den Raum des dritten Ventrikels einmündet. Vergr. 2.

Fig. 5. Ein dorsoventraler Längsschnitt durch das in Weingeist gehärtete Hirn und das über demselben gelegene Schädeldach links von der Medianebene. Das Hirn ist etwas vom Schädel abgezogen, so dass man den Verlauf der mittleren Epiphysenstrecke bis zu ihrer Einsenkung in den Schädelknorpel übersieht; im Zwischenhirn sind beide Tubercula intermedia zu sehen, das linksseitige ist vom Schnitt getroffen; von ihnen erstreckt sich nach vorn die membranöse Decke dieses Hirntheiles und zeigt den Verlauf der in ihr enthaltenen Epiphysenstrecke als einen schwach vorspringenden Längswulst. Vergr. 2.

Fig. 6. Die Eintrittsstelle der mittleren Epiphysenstrecke in die Schädeldecke von Acanthias vulgaris; das Schädelstück ist von der Innenfläche her bei durchscheinendem Lichte gezeichnet. Vergr. 2.

Fig. 7. Das hart neben der Medianebene längsdurchschnittene Vorderstück eines 30 Mm. langen in Chromsäure und Alkohol gehärteten Embryo von Acanthias vulgaris; das Zwischenhirn, von welchem sich die Epiphyse erhebt, erscheint ungewöhnlich lang, vielleicht handelt es sich dabei um eine Verunstaltung. Vergr. 8.

Fig. 8. Ein medianer Längsschnitt aus dem Vorderende eines 31,5 Mm. langen Embryo von Acanthias vulgaris, der nach einer Härtung in Chromsäure und Alkohol mit Carmin gefärbt, eingebettet und in dorsoventrale Längsschnitte zerlegt wurde. Die Decke des Zwischenhirns ist in der vorderen Hälfte stark verdünnt, trägt auf der hinteren Hälfte die blasenförmige Epiphyse, welche mit ihrem Scheitel in einer Grube der vom Mesoderm gebildeten Körperdecke, des embryonalen Schädeldaches, liegt; der mit hellem Tone angegebene Wulst unter der Einmündung der Epiphyse in das Zwischenhirn zeigt an, dass unterhalb der gezeichneten Schnittfläche die Seitenwand des Zwischenhirns dicker ist. Die an der vorderen Wand des Mittelhirndaches gelegene Verdickung entspricht der späteren Commissura posterior. Der über der gekrümmten Chordaspitze gelegene dunkle Fleck ist ein Blutgerinnsel und gehört wahrscheinlich dem queren Gefässcanal in der Schädelbasis des erwachsenen Thieres an. Vergr. 10.

Fig. 9—13. Zwei auf einander folgende Querschnitte durch den hinteren Theil des Zwischenhirns von Raja clavata, um das Verhalten der Epiphyse zur Hirndecke zu zeigen. Die Präparate sind mit Carmin gefärbt und in Dammarlack eingeschlossen. Fig. 9 und 10 geben den Umriss der ganzen Schnittfläche bei achtfacher Vergrösserung, Fig. 11—13 die Hirndecke derselben Schnitte bei 72facher Vergrösserung. In dem in Fig. 9 u. 11 abgebildeten Präparate steht der Schnitt nicht völlig rechtwinklig zur Medianebene, daher ist von den beiden Tubercula intermedia, zwischen denen die Epiphyse hier noch frei liegt, das linke etwas höher als das rechte. Fig. 12 und 13 sind Bilder, welche man bei ungleicher Focaleinstellung des oberen Theiles von dem in Fig. 10 gezeichneten Präparate erhält. Fig. 12 zeigt die Epiphyse verdickt und mit weiterer Lichtung; ihre Wandung steht mit der des Hirndaches in Zusammenhang; Fig. 13 zeigt den Zusammenhang der Hirnhöhle mit der Epiphysen-Lichtung; die in Fig. 12 noch gezeichnete quere Faserschicht schwindet bei dem Uebergang zu der in Fig. 13 gegebenen Focaleinstellung; die beiden Hohlräume, zwischen denen sie eine Scheidewand bildet, fliessen zusammen.

Fig. 14 u. 15. Ein dorsoventraler Längsschnitt aus dem medianen Theile der Decke des Mittelhirns und des hinteren Theiles des Zwischenhirns. Der Schnitt ist im Zwischenhirn so gefallen, dass er neben dem Tuberculum intermedium vorbei den cerebralen Theil der Epiphyse anschneidet und den Hohlraum öffnet, durch welchen die Lichtung der Epiphyse, welche in dem durchsichtig gemachten Präparate zu erkennen ist, mit der Hirnhöhle verbindet. Der hinter dieser Mündung ge-

legene Theil der Hirndecke, welcher sich durch eine quere Furche von der Wölbung des Mittelhirns scheidet, ist die Commissura posterior. Fig. 14 Vergr. 10. Fig. 15 (das Vorderende von Fig. 14 stärker vergrössert) Vergr. 18.

Fig. 16—19. Querschnitte einer Serie aus dem Zwischenhirn von Acanthias vulgaris um die Lagerung der Epiphyse an den hinter einander liegenden Strecken des Hirndaches und ihre Mündung in die Hirnhöhle zu zeigen, nach carmingefärbten und in Dammarlack eingeschlossenen Präparaten. Fig. 16 Querschnitt aus dem vorderen Theile des Zwischenhirns: die Epiphyse liegt im membranösen Hirndach. Fig. 17—19 Querschnitte aus dem hinteren Theile des Zwischenhirns, Fig. 17 die Epiphyse liegt frei über den Tubercula intermedia, Fig. 18 die Epiphyse tritt mit dem Hirndach in Verbindung, Fig. 19 der Hohlraum des Hirns steht mit dem der Epiphyse in Verbindung. Vergr. 7.

Fig. 20. Querschnitt durch das Dach der Praefrontallücke von Raja clavata, um die Lage des craniellen Epiphysentheils zu zeigen; die keilförmigen Stücke jederseits sind die knorpeligen Schädelränder zur Seite der Praefrontallücke. Vergr. 2.

Fig. 21—23. Drei in Abständen hinter einander gelegene Querschnitte durch das cranielle Stück der Epiphyse von Raja clavata. Fig. 21 zeigt die Dicke des ganzen Schnittes von der Hautzähne tragenden Oberfläche des Integumentes bis zur inneren in die Schädelhöhle sehenden Fläche, das cranielle Endstück der Epiphyse ist etwa in seiner halben Länge durchschnitten und zeigt die Furchenbildung der Innenfläche. Fig. 22 zeigt einen Querschnitt kurz vor dem Endstücke und Fig. 23 einen solchen mit dem Endstücke der Epiphyse. Vergr. 20.

Fig. 24. Ein querer dorsoventraler Schnitt durch die Knorpellücke im Schädeldache von Acanthias vulgaris und die in ihr liegende cranielle Epiphysenstrecke; das Präparat wurde kurze Zeit mit 1% Osmiumlösung behandelt, in Weingeist gehärtet und in Dammarlack eingeschlossen. Der Epiphysenknopf ist durch die Osmiumbehandlung schwarz gefärbt, ein Theil der mittleren Strecke ist noch mit ihm in Verbindung; die hier vorliegende Form ist vielleicht nicht ganz natürlich, sondern durch den Druck beim Schneiden und die damit verbundene Abplattung der Blase erzeugt. Zur Seite der Lücke ragen die knorpeligen Grenzen des Schädels herein, eine kleine Knorpelplatte liegt über der Epiphyse; der obere Theil des Integumentes ist fortgenommen. Vergr. 14.

Fig. 25. Ein der Fläche des Schädeldaches parallel gehender Schnitt durch die Knorpellücke des Schädels und die in ihr liegende Epiphyse von einem Embryo des Acanthias vulgaris, der noch einen kurzen Dottersack trug. Das Präparat wurde in Alkohol gehärtet, mit Carmin gefärbt und in Dammarlack eingeschlossen. Der cranielle Epiphysenknopf ist quer durchschnitten, steht noch mit dem Uebergangsstücke zur mittleren Strecke in Verbindung; seine Wandung ist gefaltet; von seiner Aussenfläche hebt sich die Scheide als ein dünnes Häutchen ab. Vergr. 28.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Berichtigungen.

p. 78 Ueberschrift ist zu lesen: Beiträge zur Kenntniss der postembryonalen Entwicklung etc.

» 344 Note 1 fällt »rechte« weg.

» 351 » 2 muss heissen: Segelt man »mit halbem Winde«, so kommt derselbe von rechts oder links und stösst rechtwinklig auf die Seite des fahrenden Schiffes.

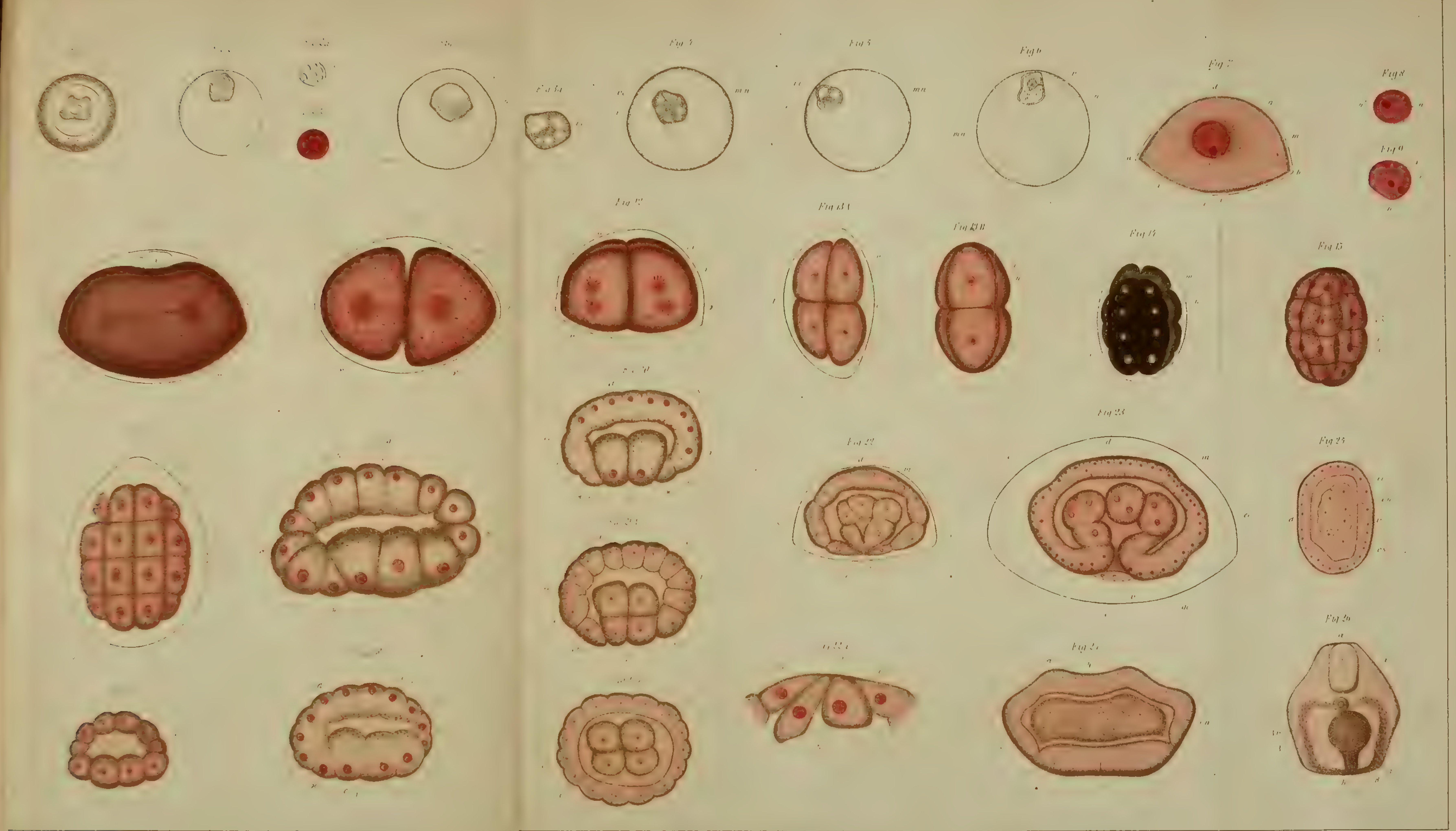
» 354 Z. 20 v. o. Note 4) gehört auf Zeile 25 bei KLÜNDER.

» 358 » 14 » » fällt E. weg.

» 367 Tabelle muss es heissen $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt[3]{p}} = n$ statt $\frac{\sqrt[a]{\ }}{\sqrt[3]{p}} = n$.

» 381 Z. 19 v. u. » » » (s. p. 15 u. 20).



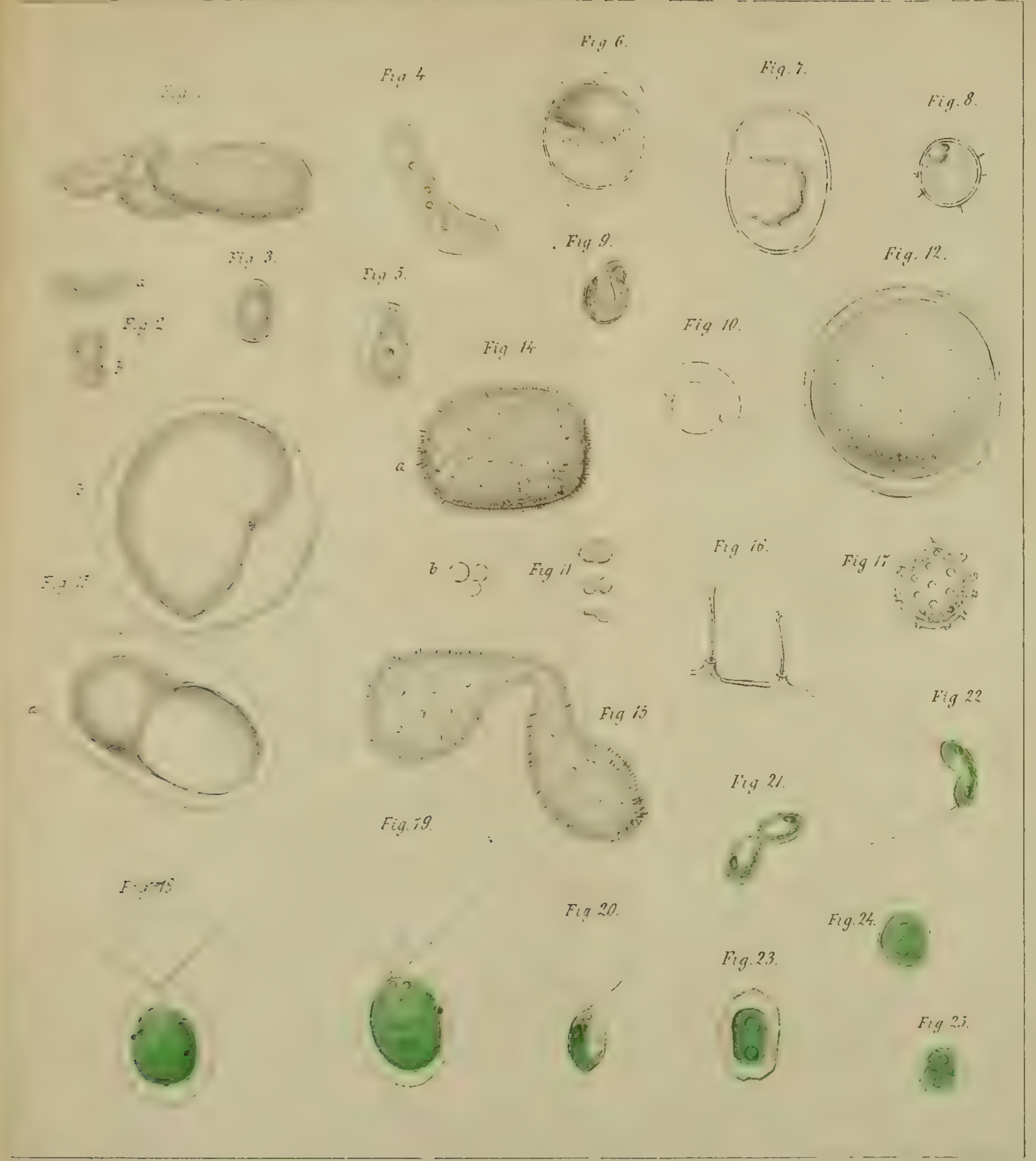






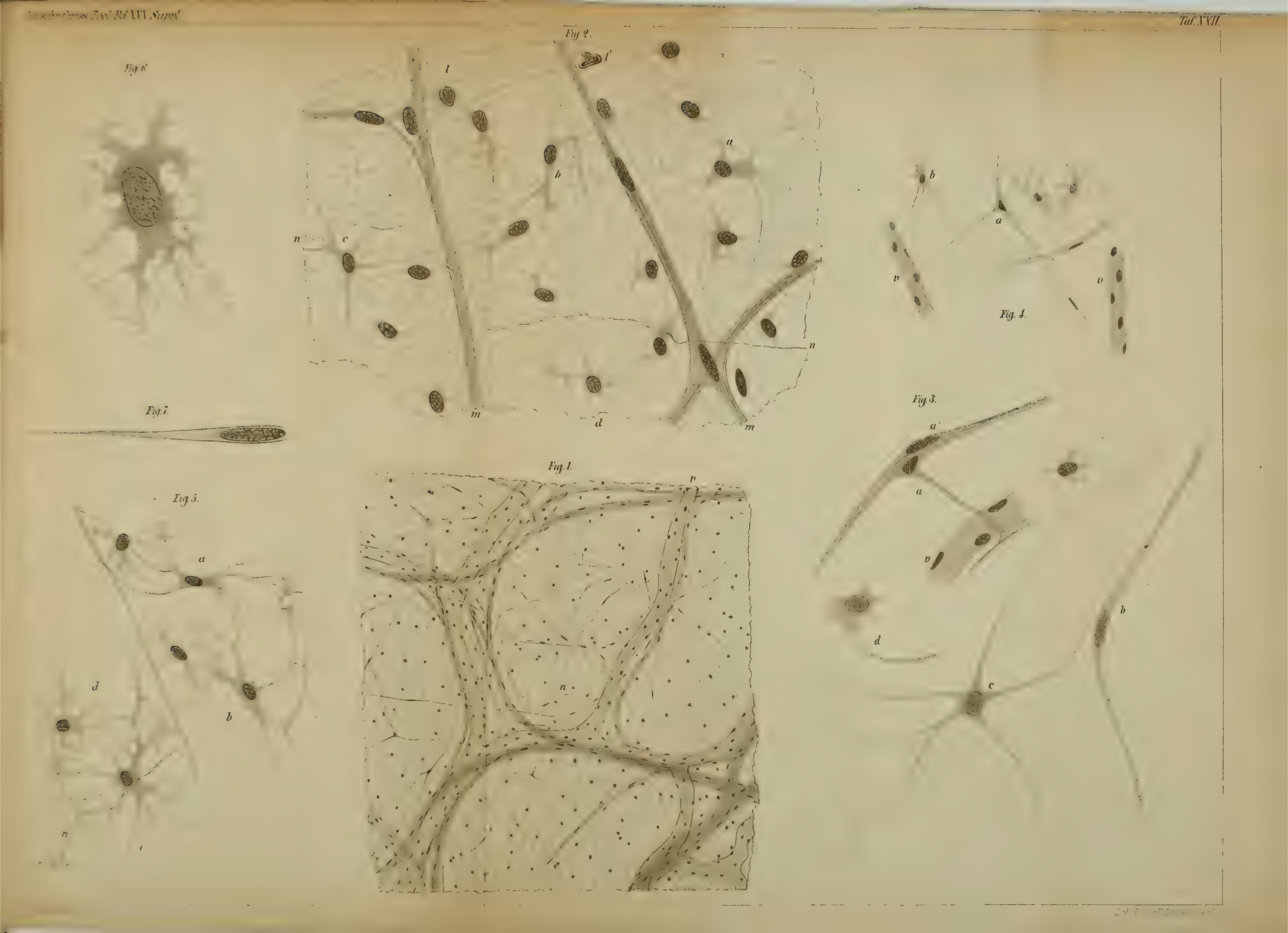
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



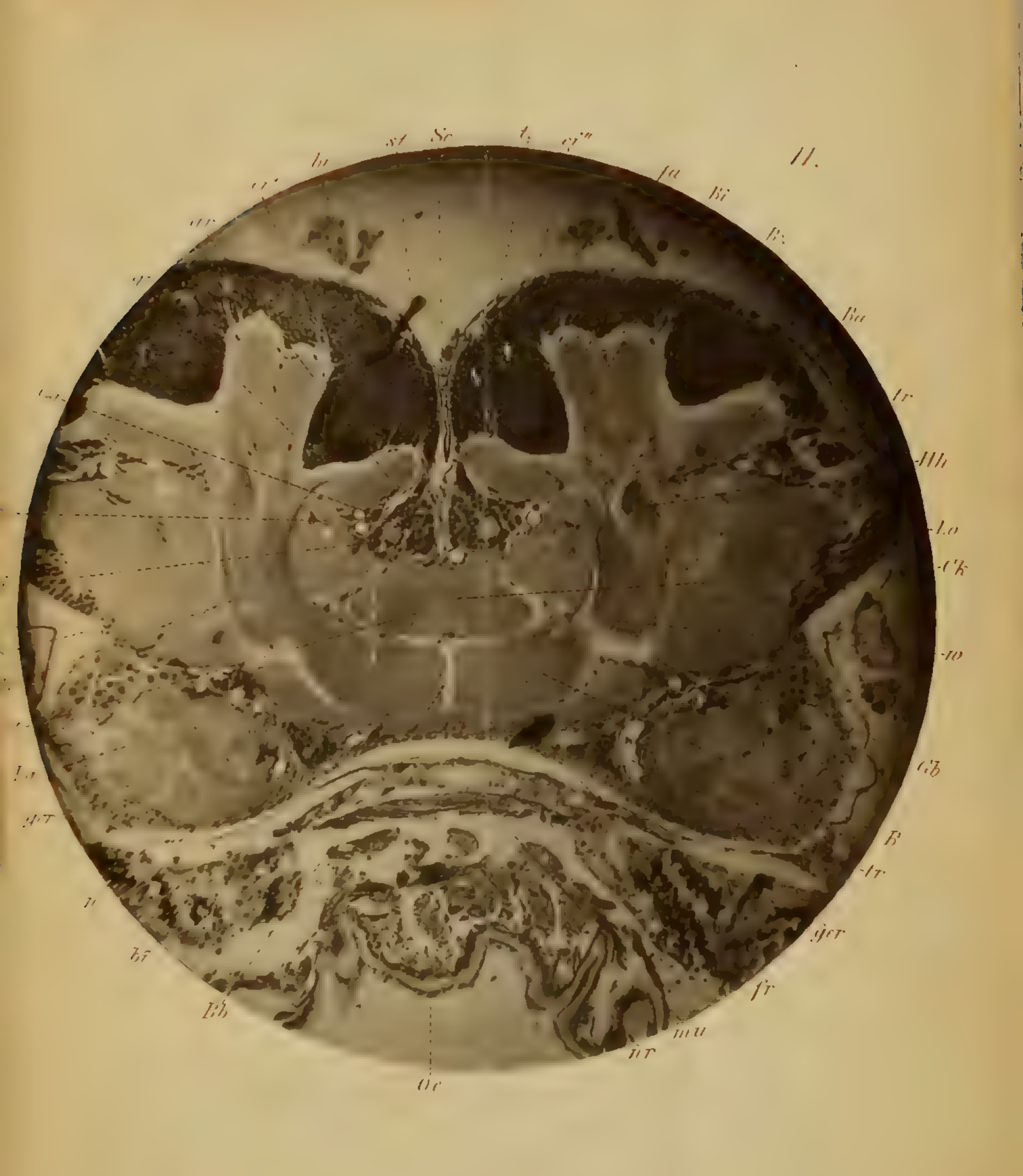


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

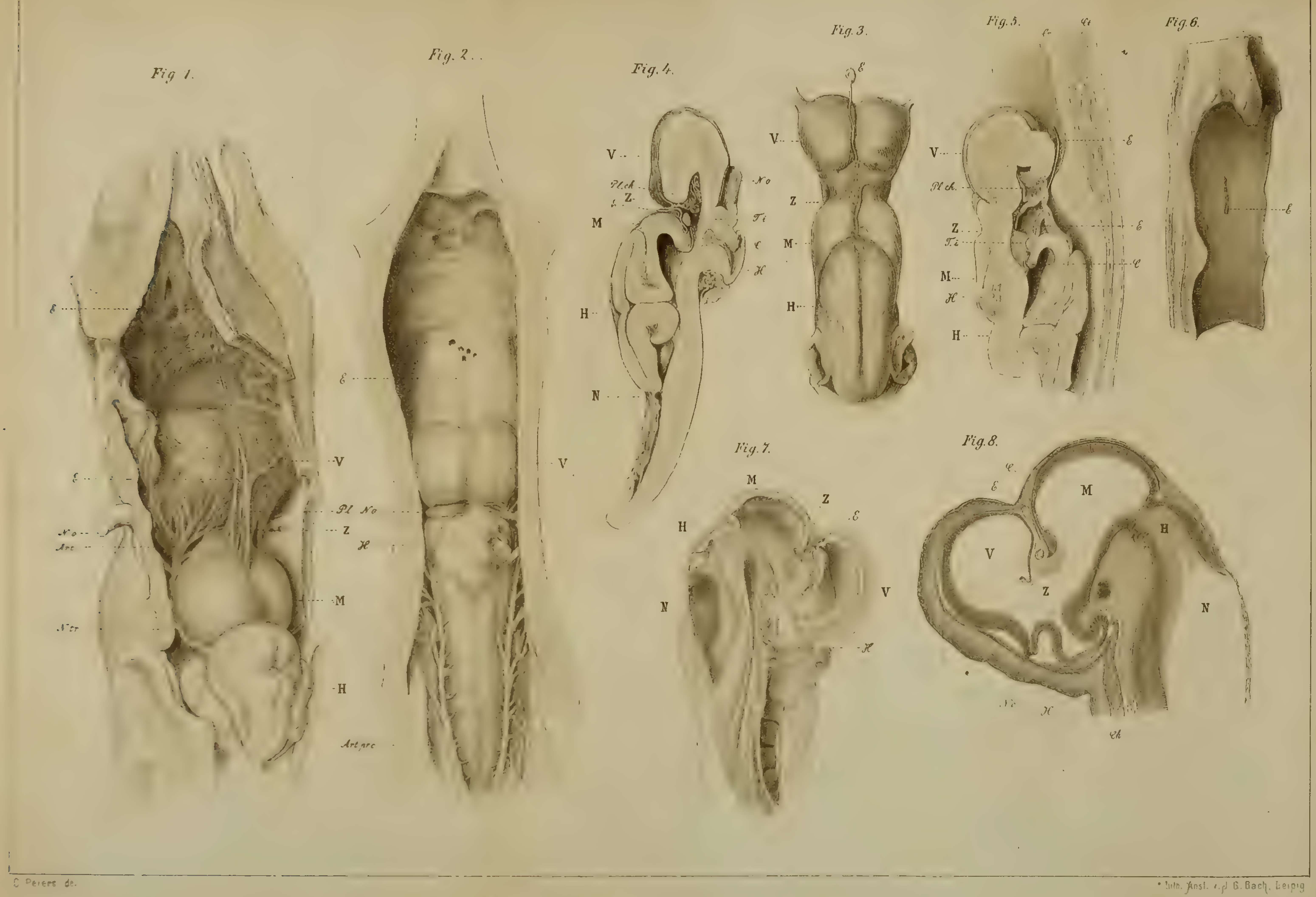



Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 5.

Taf. XXIII.

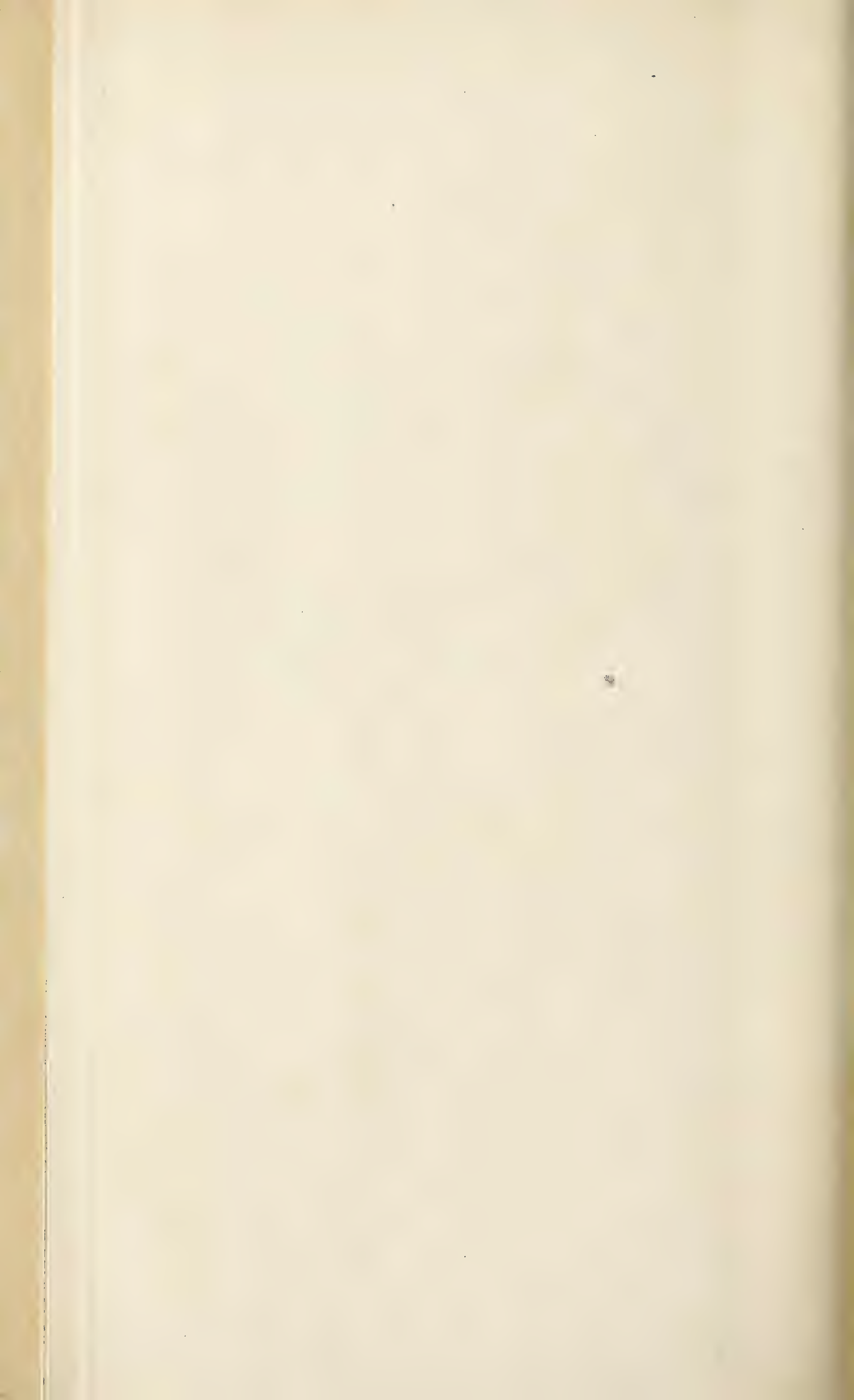


Lichtdruck v. Römmler & Jonas, Dresden



C. Peters del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig





C. Peters del. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

